

Trabalho de Conclusão de Curso

Programa de Produção Mais Limpa em uma Indústria de Laticínios de Medio Porte

Willian Augusto Dall Bosco

Orientador: Prof. Dr. Fernando S. P. Sant'Anna

2013/2



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DE MEDIO PORTE**

WILLIAN AUGUSTO DALL BOSCO

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Programa de
Graduação em Engenharia Sanitária
e Ambiental da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Engenheiro em Engenharia
Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Fernando S. P.
Sant'Anna.

Florianópolis, SC
2013

DALL BOSCO, W. A. **Programa de produção mais limpa em uma indústria de laticínios de medio porte.** Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

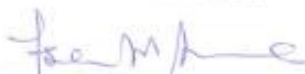
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DE MEDIO PORTE

WILLIAN AUGUSTO DALL BOSCO

Trabalho submetido à Banca Examinadora como
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental –
TCC II

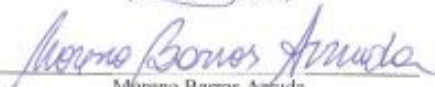
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fernando S. P. Sant' Anna
(Orientador)



Drª. Graciane Pereira
(Membro da banca)



Moreno Barros Arruda
(Membro da Banca)

Florianópolis (SC)
Dezembro/2013

Dedico este trabalho aos meus pais, Wlademir e Rejane, pelos ensinamento de vida, pela forma que me educaram e pelo apoio para que me tornasse sempre um bom profissional. Sem vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Fernando S. P. Sant' Anna pelo acolhimento e orientação.

À Universidade Federal de Santa Catarina, especialmente, ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, pela excelente formação e oportunidades concedidas.

Ao meu pai Wladimir Pedro Dall Bosco, proprietário do Laticínio Boavistense, pela oportunidade e confiança.

A minha mãe Rejane Lourdez Liell Dall Bosco, diretora administrativa do Laticínio Boavistense, pela colaboração e apoio.

Ao meu primo Cristian Liell, secretário do Laticínio Boavistense, pela disponibilidade em ajudar, mesmo à distância.

Aos funcionários do Laticínio Boavistense pela colaboração.

Aos meus amigos Eduardo Henrique, Julio César e Lucas, por tornarem esse ano muito mais divertido.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha família pelo amor e incentivo.

“Sabemos o que somos, mas não sabemos o
que poderemos ser.” (William Shakespeare)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo aplicar um programa de produção mais limpa (P+L) em uma indústria de laticínios de médio porte. A metodologia utilizada baseia-se nas 5 fases de implementação de um programa de P+L propostas pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL.

A produção limpa propõe a implementação de tecnologias ambientalmente menos poluentes, visando a uma ação preventiva mediante a redução significativa de emissões de efluentes, a utilização racional e eficiente dos insumos produtivos e a redução, reutilização e reciclagem de seus resíduos. É nesse contexto que foi desenvolvido o trabalho.

Foram efetuadas visitas técnicas às instalações do laticínio a fim de conhecer o sistema produtivo da indústria, possibilitando realizar o diagnóstico ambiental do mesmo e, após análise criteriosa, foram propostas melhorias, permitindo a otimização do processo. Desta forma será possível minimizar os impactos ambientais encontrados no laticínio, os quais estão relacionados ao lançamento de efluentes líquidos, à geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas.

Durante as visitas em campo e com a realização do diagnóstico da empresa, observou-se que a indústria em estudo utiliza recursos em demasiado, como água e produtos químicos de limpeza, que, em muitas ocasiões poderiam ser racionalizados ou reaproveitados. Espera-se que o consumo de produtos químicos reduza expressivamente e que a indústria possa economizar até 20% do volume de água utilizado em seus processos (ou aproximadamente 13.000 L por dia), reduzindo também a geração de efluentes líquidos na mesma proporção. A implantação desse projeto irá demandar um investimento inicial da ordem de R\$ 48.7000,00, que será retornado em um tempo estimado de dois anos e quatro meses.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de laticínios; Produção Mais Limpa; Processo produtivo; efluentes.

ABSTRACT

The present essay had as an objective the application of a cleaner production program (CPP) at a medium-sized dairy industry. The methodology is based on the 5 stages of implementation of a CPP program proposed by the National Center for Clean Technologies - CNTL.

The cleaner production proposes to implement environmentally cleaner technologies, aiming at a preventive action. These are made by significantly reducing effluents emissions, the rational and efficient use of inputs production and by reducing, reusing and recycling their waste. It is in this context that the work was done.

Technical visits were made to the facilities in order to have knowledge of the production system in the industry, enabling to realize the environmental diagnosis of the same and, after careful analysis; improvements were proposed, allowing optimization of the process. This way it can minimize the environmental impacts found in the dairy, which are related to the release of wastewater, the generation of solid waste and air emissions.

During the field visits and along the diagnosis of the company, it was noticed that the industry uses too much resources, such as water and cleaning chemicals, which in many instances could be streamlined or reused. It is expected a significantly reduction of chemicals consumption and for the industry to save up to 20% of the volume of water used in their processes (or approximately 13,000 L per day), also reducing the generation of wastewater in the same proportion. The implementation of this project will require an initial investment of R\$ 48.7000,00, which will be returned in an estimated time of two years and four months.

KEY WORDS: Dairy industry; Cleaner production; Production process; effluents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas genéricas da indústria de produtos lácteos.	5
Figura 2 – Fluxograma global genérico do processo produtivo. ..	7
Figura 3 - Cinco características de um processo.	25
Figura 3 - Elementos do processo para oportunidades de produção mais limpa.	26
Figura 5 - Níveis de aplicação da produção mais limpa	27
Figura 6 - Desenho esquemático do Laticínio Boavistense.	34
Figura 7 - Fluxograma Global.	37
Figura 8 - Fluxograma da manteiga.	38
Figura 9 - Fluxograma do queijo prato.	39
Figura 10 - Fluxograma do mussarela.	40
Figura 11 - Fluxograma da ricota.	41
Figura 12 - Fluxograma do requeijão cremoso.	42
Figura 13 - Fluxograma da bebida láctea.	43
Figura 14 - Fluxograma da nata.	44
Figura 15- Caminhão Tanque.	46
Figura 16 - Bomba.	47
Figura 17 - Tanque Isotérmico.	48
Figura 18 - Pasteurizador.	49
Figura 19 – Padronizador e Desnatadeira.	49
Figura 20 - Queijomatic.	50
Figura 21–Tanque Prensa (queijo).	51
Figura 22–Filadeira e Moldadeira.	52
Figura 23 - Prensa.	52
Figura 24 - Câmara Resfriadora.	53
Figura 25 - Câmara Resfriadora.	53
Figura 26 - Máquina de Fatiar.	54
Figura 27 - Embaladeira a vácuo (queijo).	54
Figura 28 - Tanque (bebida láctea e nata).	55
Figura 29 - Batedeira de manteiga.	56
Figura 30 - Ensacadeira (bebida láctea e nata).	56
Figura 31 – Caldeira.	57
Figura 32 – Reservatórios de soro.	59
Figura 33 - Sistema CIP (limpeza no local).	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de geração de resíduos.	10
Tabela 2 - Diferença entre tecnologia de fim de tubo e Produção Mais Limpa.	18
Tabela 3 - Dados da Empresa.	33
Tabela 4 - Componentes do Eco-time.	35
Tabela 5 - Dados do consumo de energia e combustível da Empresa.....	44
Tabela 6 - Equipamentos da industria.	45
Tabela 7 – Matérias prima.	59
Tabela 8 – Subprodutos, resíduos e efluentes.....	61
Tabela 9 - Resíduos sólidos gerados na indústria.	62
Tabela 10 – Produção diária.	62
Tabela 11 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo Geral.	63
Tabela 12 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Manteiga.....	64
Tabela 13 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Queijo Prato.	65
Tabela 14 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Queijo Mussarela.	66
Tabela 15 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Ricota.....	67
Tabela 16 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Requeijão.....	68
Tabela 17 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Nata... ..	69
Tabela 18 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Bebida Láctea.	70
Tabela 19 - Aspectos e impactos identificados na indústria de laticínios.	71
Tabela 20 - Resultados gerais dos investimentos.	80
Tabela 21 – Benefícios Ambientais.....	80

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. <i>Objetivo Geral</i>	2
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. APRESENTAÇÃO	3
2.2. A INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	3
2.2.1. <i>Processos da indústria de laticínios</i>	4
2.2.2. <i>Fluxograma do processo produtivo</i>	7
2.2.3. <i>Subprodutos gerados no processo produtivo da indústria de laticínios</i>	8
2.2.3.1. Geração de efluentes líquidos	8
2.2.3.2. Geração de resíduos sólidos	9
2.2.3.3. Emissões atmosféricas.....	10
2.2.4. <i>Pontos críticos da indústria</i>	11
2.3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA	13
2.3.1. <i>Histórico</i>	13
2.3.2. <i>Introdução à Produção Mais Limpa</i>	15
2.3.3. <i>Metas da Produção Mais Limpa</i>	16
2.3.4. <i>Comparação entre tecnologias convencionais e Produção Mais Limpa</i>	17
2.3.5. <i>Vantagens da Produção Mais Limpa</i>	18
2.3.6. <i>Programa de Produção Mais Limpa</i>	18
2.3.6.1. Etapas da Elaboração / Implementação	19
3.3.6.1.1. Fase 1 – Planejamento e Organização	20
3.3.6.1.2. Fase 2 – Pré-avaliação	22
3.3.6.1.3. Fase 3 – Avaliação	24
3.3.6.1.4. Fase 4 – Estudo de viabilidade	29
3.3.6.1.5. Fase 5 – Implementação	30
3. MATERIAIS E METODOLOGIAS	32
3.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	32
3.2. ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE P+L.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1. DADOS GERAIS DA EMPRESA.....	33
3.3.7. <i>Desenho esquemático do Laticínio Boavistense</i>	34
3.3.8. <i>Partes componentes da indústria</i>	34

4.2.	ECO-TIME.....	35
4.3.	METAS ESTABELECIDAS	36
4.4.	BARREIRAS E SOLUÇÕES.....	36
4.5.	FLUXOGRAMAS.....	36
4.5.1.	<i>Fluxograma global.....</i>	<i>37</i>
4.5.2.	<i>Fluxograma da manteiga.....</i>	<i>38</i>
4.5.3.	<i>Fluxograma do queijo prato</i>	<i>39</i>
4.5.4.	<i>Fluxograma do mussarela.....</i>	<i>40</i>
4.5.5.	<i>Fluxograma da ricota.....</i>	<i>41</i>
4.5.6.	<i>Fluxograma do requeijão.....</i>	<i>42</i>
4.5.7.	<i>Fluxograma da bebida láctea</i>	<i>43</i>
4.5.8.	<i>Fluxograma da nata.....</i>	<i>43</i>
4.6.	INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE PRODUÇÃO	44
4.6.1.	<i>Insumos da atividade industrial.....</i>	<i>44</i>
4.6.1.1.	Consumo de água.....	44
4.6.1.2.	Consumo de energia e combustíveis.....	44
4.6.2.	<i>Principais equipamentos utilizados no processo produtivo</i>	<i>44</i>
4.6.3.	<i>Avaliar as entradas e saídas</i>	<i>57</i>
4.7.	SELECIONAR O FOCO DA AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA ...	62
4.8.	BALANÇO DE MASSA E ENERGIA	63
4.9.	AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES .	70
4.10.	OPORTUNIDADES DE MELHORIA	71
4.6.4.	<i>Implantação de programas educacionais destinados aos funcionários, com a finalidade de conscientizar sobre a importância do uso racional dos recursos naturais e proteção do meio ambiente.</i>	<i>71</i>
4.6.5.	<i>Treinamento dos funcionários para correta operação e manutenção dos equipamentos e instalações e aplicação de boas práticas ambientais nos processos.</i>	<i>72</i>
4.6.6.	<i>Instalação de dispositivos controladores de níveis em equipamentos passíveis de transbordamento.</i>	<i>73</i>
4.6.7.	<i>Instalação válvulas nas pontas das mangueiras de água.</i>	<i>73</i>
4.6.8.	<i>Instalação de hidrômetros.</i>	<i>74</i>
4.6.9.	<i>Instalação de equipamento de limpeza para os caminhos.</i>	<i>74</i>
4.6.10.	<i>Manter as madeiras, que serão usadas como combustível para a caldeira, acondicionadas em local adequado, coberto e longe da umidade.</i>	<i>77</i>

4.6.11. <i>Reuso da água despejada para o resfriamento do pasteurizador.</i>	78
4.11. RESULTADOS GERAIS	79
5. CONCLUSÃO	81
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as questões relacionadas ao meio ambiente têm ganhado uma atenção especial devido à percepção dos impactos expressivos que o modelo de produção e consumo da sociedade moderna causa à natureza. Os problemas ambientais presenciados hoje em dia podem afetar a sociedade humana de diversas maneiras, podendo causar tanto um impacto local, como um problema em nível global.

A intensificação da industrialização refletiu em um aumento na degradação ambiental, visto que os cuidados ambientais não foram suficientes. Dentre as atividades industriais, o setor de alimentos destaca-se por um grande consumo de água e uma grande geração de efluentes por unidade produzida. A indústria de laticínios é um exemplo desse setor, na qual as operações de limpeza de silos, tanques, pasteurizadores, homogeneizadores, tubulações, etc. geram um grande volume de efluente com elevada carga orgânica.

De forma geral, as pequenas e médias empresas têm enfrentado diversos problemas que afetam a sua sobrevivência como: crédito difícil, juros elevados e competição predatória no mercado interno e externo. Diante desse cenário, é natural que os pequenos empresários sintam-se distantes das questões ambientais, encontrando-se, ainda, em fase de sensibilização. Contudo, o interesse crescente pela preservação do meio ambiente leva a um movimento progressivo de conscientização da população no sentido de, cada vez mais, se consumir produtos e serviços que gerem menor impacto ambiental, exigindo uma adequação por parte das empresas.

Diante da exigência do mercado consumidor, a legislação ambiental cada dia mais rigorosa, a globalização da economia e a descoberta de que muitos recursos naturais não são renováveis, para as empresas se manterem operando e com preços competitivos, elas precisam mudar a sua forma de produzir, reduzindo os custos e impactos ambientais negativos de forma mais racional possível, através da aplicabilidade de medidas ambientalmente corretas.

Entre essas medidas, destaca-se a Produção Mais Limpa (P+L), que consiste na aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados no processo produtivo.

A P+L possui benefícios diretos e indiretos, calculáveis e subjetivos. A implantação de gerenciamento ambiental baseado na prevenção da poluição melhora a imagem pública da empresa, facilita o atendimento das leis ambientais e melhora a sua competitividade no mercado, já que o consumidor também está cada vez mais exigente. O programa de P+L também diminui os custos de disposição final dos resíduos, diminui os custos de produção devido à utilização mais eficiente das matérias-primas e da energia, assim como das inversões capitais em sistemas de tratamento de resíduos.

Dentro deste contexto, esse trabalho tem por finalidade aplicar a metodologia de produção mais limpa em uma indústria de laticínios de médio porte.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de implantação de um programa de produção mais limpa em uma indústria de laticínios de médio porte localizada em Rio Grande do Sul, município de Nova Boa Vista.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Fazer um diagnóstico ambiental do processo produtivo;
- Propor a otimização do uso de água, energia e matéria prima;
- Propor alterações nos processos industriais, através do uso da melhor tecnologia disponível.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Apresentação

Esta revisão bibliográfica apresentará os principais assuntos que embasarão o trabalho como um todo. Inicialmente será apresentada uma visão geral sobre a indústria de laticínios, seu desenvolvimento no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul, seu processo produtivo, subprodutos e principais pontos críticos. Por fim, será apresentado o conceito de Produção Mais Limpa no contexto histórico da industrialização, bem como suas metas, vantagens e etapas de elaboração e implementação de um programa de P+L.

2.2. A indústria de laticínios

A indústria de alimentos sempre desempenhou um importante papel na economia brasileira, representando uma das mais tradicionais estruturas produtivas existentes no País. Dentre os diversos setores da indústria alimentícia, o setor de laticínios destaca-se entre os quatro principais: derivados de carne; beneficiamento de café, chá e cereais; açúcares e, por fim, ocupando a quarta posição, laticínios (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA, 2010). Estima-se que a participação dos laticínios no faturamento total da indústria de alimentos seja de aproximadamente 10% (CARVALHO, 2010).

Em 2010, o Brasil registrou uma produção de quase 31 bilhões de litros de leite, ocupando o 5º lugar no ranking mundial (EMBRAPA, 2010). A cadeia agroindustrial de leite no Brasil é uma das mais importantes, tanto pela questão econômica quanto pela social. Presente em todos os estados da federação, a pecuária leiteira emprega mão-de-obra, gera excedentes comercializáveis e garante renda para boa parte da população brasileira. O segmento da indústria nacional é amplo e diversificado e neles estão presentes empresas de laticínios de vários portes, desde pequenas fabricas até multinacionais.

Dentre os estados do Brasil, o Rio Grande do Sul demonstra que a produção de leite e derivados encontra-se presente na economia gaúcha desde os seus primórdios, agroindústrias processadoras estão entre os primeiros tipos de indústrias instaladas no território riograndense. Em 2010, o Rio Grande do Sul registrou uma produção de mais de 3,6 bilhões de litros de leite, encontrando-se em 2º lugar no ranking de produção de leite por estado, perdendo apenas para Minas Gerais (EMBRAPA, 2010).

A variedade de produtos produzidos pelas indústrias de laticínios é grande, compreendendo desde o processo do leite pasteurizado, manteiga e queijo até uma linha de produtos mais elaborados, tais como: cremes, diversos tipos de queijo, ricota, requeijão, sorvetes, iogurtes, leite em pó, leite condensado, entre outros.

Além da importância econômica e social, o leite é um alimento de grande valor nutritivo. Como exemplos se podem citar a grande concentração de cálcio, que é essencial para a formação e manutenção dos ossos; as proteínas do leite, que propiciam a formação e manutenção dos tecidos; as vitaminas A, B1, B2 e minerais que favorecem o crescimento e a manutenção de uma vida saudável. Além disso, atualmente, a indústria de laticínios tem elevado o valor nutritivo dos produtos, enriquecendo-os com vitaminas, minerais e ômega (CARVALHO et al., 2008).

Assim, percebe-se que o agronegócio dos produtos derivados de leite ocupa posição de destaque na indústria alimentícia e sua contribuição em termos de poluição das águas torna o desenvolvimento de práticas ligadas ao controle ambiental necessário e obrigatório.

2.2.1. Processos da indústria de laticínios

Segundo o Guia Técnico Ambiental de Produtos Lácteos, produzido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), as indústrias de laticínios englobam grande número de operações e atividades que variam em função dos produtos a serem obtidos. As operações fundamentais e comuns a todos os processos produtivos envolvem as etapas descritas na Figura 1 - Etapas genéricas da indústria de produtos lácteos.



Figura 1 - Etapas genéricas da indústria de produtos lácteos.
Fonte: Autor, 2013.

I. Recepção Leite e Ingredientes:

Transportado em caminhões isotérmicos ou vasilhames adequados, o leite depois de pesado e filtrado é encaminhado para o(s) tanque(s) de recepção e mantido refrigerado até sua utilização. Os produtos auxiliares são armazenados em condições apropriadas a fim de que sejam conservadas suas características e qualidade.

II. Processamento:

O processamento consiste em submeter o leite *in natura* a operações de filtração, clarificação, padronização e pasteurização /esterilização para consumo ou para obtenção de derivados. A filtração tem por finalidade remover as partículas grosseiras e impurezas eventualmente presentes. A clarificação consiste na centrifugação para remoção das impurezas contidas no leite e o desnatado, na remoção de quantidade desejada de gordura ou creme de leite. A operação de separação e ajuste de teor de gordura no leite é denominada padronização.

III. Tratamento Térmico:

Para assegurar a destruição dos micro-organismos patogênicos, e necessário aquecer o leite a determinada temperatura, e mantê-lo nessa temperatura durante certo intervalo de tempo, antes de resfriá-lo novamente. A relação entre temperatura e tempo de retenção é importante para determinar a intensidade do tratamento térmico.

IV. Elaboração de Produtos:

Depois de termicamente tratado, o leite destinado a elaboração de outros produtos é encaminhado para as etapas produtivas posteriores, as quais variam em função dos produtos a serem obtidos. As atividades produtivas inerentes a cada derivado serão individualmente descritas.

V. Envase e Embalagem:

Os produtos prontos passam para a fase de acondicionamento em recipientes apropriados e identificados a fim de serem comercializados.

VI. Armazenamento:

Embalados e prontos para serem comercializados, os produtos devem permanecer armazenados, em condições adequadas até que sejam encaminhados ao seu destino final. Cabe ressaltar que alguns produtos precisam permanecer sob refrigeração a fim de que sejam mantidas suas características e preservadas suas qualidades. Os produtos acabados devem ser armazenados em condições que impeçam a contaminação.

VII. Expedição:

A expedição e a distribuição dos produtos devem ser realizadas de modo a garantir que sua qualidade seja preservada. Deve-se:

- Impedir a alteração do produto e danos a sua embalagem;
- Ser adotado sistema *FIFO* (primeiro que entra, primeiro que sai);
- Na expedição de produtos acabados, garantir que os veículos para o transporte estejam: isentos de presença de pragas, vazamentos, umidade, materiais estranhos e odores desagradáveis, bem como adequados a temperatura exigida pelo produto.

2.2.2. Fluxograma do processo produtivo

Para possibilitar uma melhor análise do processo produtivo é de fundamental importância a utilização de Fluxogramas, ferramenta essencial na implementação de um programa de produção mais limpa. Com o uso dessa ferramenta, torna-se possível a análise quantitativa e qualitativa da matéria-prima, água e energia, além da visualização da geração de resíduos durante o processo, facilitando a formulação de estratégias para minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões. A Figura 2 – Fluxograma global genérico do processo produtivo demonstra um fluxograma global genérico do processo produtivo de uma indústria de laticínios.

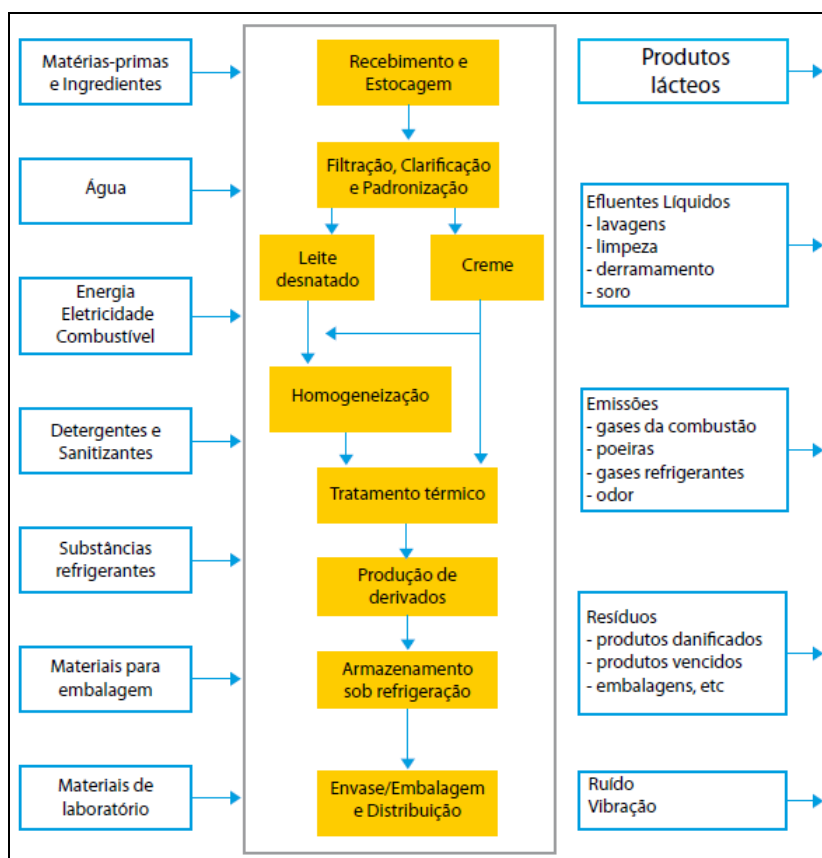


Figura 2 – Fluxograma global genérico do processo produtivo.
Fonte: CNTL/SENAI-RS, 2003.

2.2.3. Subprodutos gerados no processo produtivo da indústria de laticínios

A indústria de laticínios gera resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas passíveis de impactar o meio ambiente. Independente do tamanho e potencial poluidor da indústria, a legislação ambiental exige que todas as empresas tratem e disponham de forma adequada seus resíduos. Para conseguir êxito no processo de gerenciamento desses resíduos é fundamental que a organização conheça os tipos de resíduos que são gerados, suas características e fontes de geração.

2.2.3.1. Geração de efluentes líquidos

De acordo com a Norma Brasileira - NBR 9800/1987, efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. Os efluentes líquidos são considerados os principais poluentes da indústria de laticínios devido aos grandes volumes e a dificuldade de tratamento. Esses efluentes normalmente contêm:

- Leite e matérias-primas auxiliares (matérias lácteas geradas e não aproveitadas ao longo dos processos industriais, gordura, sólidos de leite retidos em clarificadores, filtros e grelhas, bem como restos ou pedaços de produtos finais, quando não removidos para reciclagem ou disposição em separado);
- Detergentes e desinfetantes usados nas operações de lavagem de pisos e lavagens gerais;
- Lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos;
- Despejos sanitários.

Segundo Silva (2006, apud CASTRO, 2007), o volume de água consumido pela indústria de laticínios relaciona-se com a sua geração de efluentes líquidos. A tendência de muitos projetistas de igualar, por medida de segurança, o volume de efluentes ao volume de água consumido pode ser justificada pela relação entre o volume de efluentes líquidos gerados e o volume de água consumida pela indústria láctea que de acordo com Strydom (1997 apud CASTRO, 2007), situa-se entre 0,75 e 0,95.

Normalmente os efluentes apresentam os seguintes parâmetros:

- Alto teor de orgânicos, devido a presença de substâncias do leite;
- Óleos e graxas, devido a gordura do leite e de outros produtos lácteos;
- Altos teores de nitrogênio e fósforo, principalmente em função do uso de produtos para limpeza e desinfecção;
- Grandes variações no pH, residuais de soluções ácidas e alcalinas, basicamente das operações de limpeza;
- Alta condutividade, especialmente na produção de queijos devido ao resíduo de cloreto de sódio da salga;
- Variações na temperatura, provocadas por etapas produtivas específicas.

2.2.3.2. Geração de resíduos sólidos

A geração de resíduos sólidos corresponde a todo tipo de material que sobra de um processo descartado na forma sólida. Inclui, restos de matéria prima, produto acabado, embalagens, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e efluentes, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição atmosférica, entre outros. Todos os resíduos gerados na indústria devem ser identificados e classificados de acordo com Resolução CONAMA Nº. 313 de 2002 e a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. A grande variedade de resíduos é gerada nas diversas áreas de produção, administrativa e instalações auxiliares, tais como apresentado na Tabela 1 – Tabela de geração de resíduos.

Resíduo	Constituição	Ponto de geração
Resíduos gerados fora do processamento industrial	Papel, papelão, produtos descartáveis (plástico e papel).	Áreas administrativas
Resíduos de restaurante	Restos de alimentos, material descartável (plástico e papel).	Restaurante/Refeitório
Restos de produtos	Produtos rejeitados (matérias-primas, produtos semi-acabados, produtos finais).	Produção

Resíduo	Constituição	Ponto de geração
Restos de embalagens	Vazias: filme plástico, pallets de madeira, sacos de papel e plásticos, vidro, papelão, bombonas, tambores, contenedores em geral.	Produção - recepção
	Cheias ou com restos de produtos: filme plástico, pallets de madeira, sacos de papel e plásticos, vidro, papelão, bombonas, tambores, contenedores em geral.	Produção
Lodo da estação de tratamento de efluentes	-	Estação de Tratamento de efluentes
Material de análises físico-químicas e microbiológicas	Resíduos gerados nas análises (produtos químicos, material analisado).	Laboratórios
Resíduos das operações de manutenção	Cabos elétricos, sucata de ferro.	Oficina de manutenção
Resíduos perigosos	Óleo lubrificante (inclusive embalagens), baterias, embalagens de produtos de acordo com a classificação.	Produção: recepção e armazenamento
		Oficina de manutenção de equipamentos/veículos

Tabela 1 – Tabela de geração de resíduos.

Fonte: CETESB, 2008.

2.2.3.3. Emissões atmosféricas

Segundo definição na Resolução Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 03-90, poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar

impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Na indústria de laticínios, esse tipo de poluição é resultante das emissões feitas por máquinas, equipamentos ou operações e para esse setor industrial devem ser considerados:

- Gases resultantes da queima de combustível: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOX) e de enxofre (SOX) e material particulado. O nível de emissões desses poluentes varia em função do tipo e qualidade do combustível utilizado, do estado das instalações e da eficiência e controle do processo de combustão;
- Gases refrigerantes, oriundos de eventuais vazamentos nos tubos de refrigeração;
- Vazamentos de vapor das tubulações;
- Exaustão de ar quente do evaporador de leite, que por sua vez transporta partículas de produto. Normalmente são instalados equipamentos de controle para remoção dessas partículas, entretanto a má operação do sistema pode ocasionar a geração de emissões;
- Esterilização das folhas de alumínio com peróxido de hidrogênio, em máquinas Tetra Pak;
- Odores;
- Vapores da(s) torre(s) de resfriamento.

2.2.4. Pontos críticos da indústria

Os efluentes líquidos são considerados uns dos principais contribuintes da carga poluidora das indústrias lácteas. Normalmente, os pontos de geração de efluentes industriais são:

- Lavagem e limpeza de produtos remanescentes em caminhões, latões, tanques, linhas e máquinas e equipamentos diretamente envolvidos na produção;
- Derramamentos, vazamentos, operações deficientes de equipamentos e transbordamento de tanques;
- Perdas no processo, tais como em operações de “partida” e de “parada” do pasteurizador e extravazão dos produtos, arraste de produtos na evaporação (leite condensado e em pó) e

aquelas resultantes do acerto das acondicionadoras, no início do processo de embalagem;

- Descarte de produtos, tais como: soro ou leite ácido;
- Pasteurização do leite, que emprega soluções alcalinas e ácidas muito concentradas na higienização do pasteurizador;
- Limpeza rigorosa dos equipamentos e do piso da sala de produção, utilizando grande quantidade de água e resultando em grande volume de efluente, com grandes quantidades de sólidos, coágulos, detergentes e desinfetantes. Esta etapa ocorre no final do expediente.

Muitos laticínios descartam o soro junto com os efluentes líquidos, sendo considerado um forte agravante devido ao seu forte potencial poluidor (DBO entre 25.000 a 120.000 mg O₂/L). Segundo Braile & Cavalcanti (1979), a grande concentração de matéria orgânica aliada à falta de nitrogênio são as características que dificultam imensamente a estabilização do soro pelos métodos convencionais de tratamento biológico.

O soro, resultante da remoção da caseína do leite durante o processo de produção do queijo, é o principal subproduto da indústria de laticínios devido ao grande volume gerado. Segundo Saraiva (2008), para produção de 1 kg de queijo são necessários 10 kg de leite e são gerados aproximadamente 9 kg de soro. Portanto, independente do tipo de tratamento escolhido é sempre importante cuidar para que o soro tenha uma destinação separada dos demais efluentes. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ, a produção anual de queijos no Brasil tem-se mantido em torno de 350.000 toneladas nos últimos anos, o que corresponde a uma geração de cerca de 3,2 milhões de toneladas de soro de queijo.

É o caso, também, do leite ácido e doleitelho (subproduto da desleitação, onde há a retirada da parte líquida do creme batido, conforme descrevem Vogelaar (1997) e Jerônimo (2003), devido aos elevados valores nutritivos e elevadas concentrações de suas cargas orgânicas.

Os efluentes líquidos dos esgotos sanitários e dos esgotos pluviais também devem possuir tubulações independentes, principalmente os esgotos pluviais, pois, geralmente, não recebem qualquer tipo de tratamento para sua disposição (SARAIVA, 2008). Os efluentes da indústria láctea e os esgotos sanitários costumam convergir nos seus pontos finais a fim de promover a mistura deles antes da estação de tratamento ou lançamento em curso de água.

Os resíduos sólidos são um problema, normalmente, na área da produção para a maioria das indústrias. Isso ocorre devido as más práticas dentro do estabelecimento por parte dos funcionários, que executam suas funções de maneira errada e despreocupadas com uso excessivo das matérias-primas e suas embalagens, produzindo um grande volume de resíduo. Da mesma maneira, a utilização de matérias primas de má qualidade e equipamentos com funcionamento inadequado, podem ocasionar a geração desnecessária de resíduos. Além disso, a falta de seleção e acondicionamento adequado dos resíduos gerados impossibilita o reaproveitamento e a reciclagem, quando possível, resultando em maiores custos para disposição final.

As emissões atmosféricas constituem um ponto crítico da indústria, principalmente, devido aos problemas com a queima de combustível nas caldeiras, ocasionando emissões fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. As causas mais comuns para esse problema são: 1) A utilização de um combustível inadequado, liberando emissões tóxicas, ou combustíveis com poder calorífico baixo, sendo necessária a queima de uma quantidade maior para suprir a demanda energética da indústria; 2) Equipamento de queima defeituoso (falta de manutenção) ou com baixa eficiência (equipamento mal dimensionado).

2.3. Produção Mais Limpa

2.3.1. Histórico

Durante décadas acreditou-se que o crescimento econômico proveria melhores condições de vida para a sociedade. Porém percebeu-se que o crescimento econômico descontrolado, principalmente após a segunda guerra mundial, com a intensificação dos processos produtivos, estava causando danos irreparáveis aos ecossistemas.

A partir da década de 70 começaram a surgir os primeiros movimentos da em prol do meio ambiente, pregando uma urgente adoção de novos paradigmas para o desenvolvimento socioeconômico fundamentados em uma visão holística e sistêmica do mundo. Tais paradigmas propõem a substituição do crescimento econômico pela idéia da sustentabilidade ecológica (MORIN, 1994).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, é considerado o marco inicial para os movimentos ambientalistas, trazendo o lema “Uma Terra Só”.

Na década seguinte, em 1983, é constituída a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como

Comissão Brundtland, que tinha por finalidade propor estratégias de longo prazo para a conciliação entre crescimento econômico e conservação ambiental. Em 1987, foi apresentado um relatório final, tendo como núcleo a formulação de princípios para o desenvolvimento sustentável, definido como um processo de transformação no qual a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, CNUMAD, onde foi aprovada a Agenda 21. Tal documento recomenda a adoção de novas práticas sociais, econômicas e políticas, constituindo-se em um plano de ação para que se alcancem os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Na década de 90 são desenvolvidos conceitos que buscam a conciliação entre qualidade produtiva, ambiental e social, tais como Responsabilidade Social, Gestão Ambiental e Gerenciamento Integrado das Organizações. Tais inovações também buscam ampliar a responsabilidade da organização com a comunidade na qual está inserida e se relaciona.

O Programa dos Centros Nacionais de Produção Limpa (NCPC) é uma iniciativa entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e o Centro de Atividades do Programa de Meio Ambiente em Paris (IEPAC). A UNIDO é a agência executiva e a UNEP fornece guias estratégicos de meio ambiente e suporte profissional.

O NCPC foi iniciado em 1994, lançando oito centros: Brasil, China, República Tcheca, Índia, México, Eslováquia, Tanzânia e Zimbábue. O programa é financiado por diversas fontes. Os governos da Suíça, Holanda e Áustria financiam a maioria dos centros. A UNEP financia programas na primeira fase. No Brasil, o programa é patrocinado pelo SENAI.

No Brasil o programa foi iniciado em 1995, sendo o SENAI do Rio Grande do Sul o escolhido para ser a instituição hospedeira do centro brasileiro, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). O objetivo do CNTL é formar uma rede de núcleos nos estados brasileiros para facilitar a transferência de informações e tecnologias às empresas. A ligação entre os estados é feita pelas Federações das Indústrias dos Estados através da Confederação Nacional de Indústrias (CNI).

2.3.2. Introdução à Produção Mais Limpa

A produção em larga escala proposta como meta para o segmento industrial mundial fez com que, por muito tempo, não houvesse a devida atenção a aspectos que impactam direta e indiretamente ao meio ambiente.

Com a visualização da degradação da qualidade e das condições de vida, começaram a ocorrer mudanças no modo de pensar e agir em relação às questões ambientais. Essas mudanças estão sendo proporcionadas pelo crescimento da consciência ecológica da sociedade, englobando não somente a população, mas o governo, as empresas e a sociedade científica. Assim, observou-se que as questões ambientais estão sendo alvo de pesquisas multi e interdisciplinares.

Essas pesquisas abrangem todos os campos do conhecimento, incluindo as áreas econômicas e administrativas. Assim, já se detectaram sinais de que as empresas estão começando a integrar novas orientações em suas estratégias, referentes à proteção e conservação ambiental. Mas por que as empresas estão adotando essa nova abordagem? Para responder essa questão devemos considerar três vetores:

- Fatores coercitivos – devido a multas impostas por órgãos ambientais, barreiras comerciais não tarifárias, pressões externas das ONG's, etc.
- Economia – quando a empresa vislumbra oportunidade competitiva com a preservação ambiental, possibilitando a obtenção de lucro.
- Conscientização ambiental – sensibilização do empreendedor pelas questões ambientais, responsabilidade social e ética.

Ao longo das últimas duas décadas a abordagem das questões ambientais sofreu uma mudança de paradigma, passando do controle para a prevenção. Foi a partir daí que se buscou concretizar novas tecnologias de produção, visando melhoria da qualidade ambiental, além de reduzir custos e atender as novas expectativas do consumidor. Surge então a Produção Mais Limpa, cuja metodologia propõe aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos à sociedade e ao meio ambiente, além de minimizar os desperdícios, reduzir custos, e alavancar o potencial inovador da organização, visando ganhos de competitividade e, a otimização dos processos industriais.

Fernandes *et al* (2001) define a Produção Mais Limpa da seguinte forma:

“a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Produção Mais Limpa também pode ser chamada de Prevenção da Poluição, já que as técnicas utilizadas são basicamente as mesmas”. (FERNANDES *et. al.*, 2001)

Segundo o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS, a P+L, com seus elementos essenciais, adotam uma abordagem preventiva em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de “fim de tubo”. Assim como auxilia as empresas a adotarem práticas de fabricação através de um novo conceito de produção e consumo.

2.3.3. Metas da Produção Mais Limpa

A Produção mais Limpa visa minimizar o impacto ambiental dos resíduos pelo seu tratamento e/ou disposição adequada, além de procurar evitar a poluição antes que esta seja gerada. Entre as principais metas da Produção mais Limpa podem ser incluídas:

- *Eliminação/redução de resíduos* - A Produção mais Limpa procura eliminar o lançamento de resíduos no meio ambiente ou reduzi-lo substancialmente. Entende-se por resíduo todos os tipos de poluentes, incluindo resíduos sólidos, perigosos ou não, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, calor, ruído ou qualquer tipo de perda que ocorra durante o processo de geração de um produto ou serviço.
- *Produção sem poluição* - Processos produtivos ideais, de acordo com o conceito de Produção mais Limpa, ocorrem em um circuito fechado, sem contaminar o meio ambiente e utilizando os recursos naturais com a máxima eficiência possível.
- *Eficiência energética* - A Produção mais Limpa requer os mais altos níveis de eficiência energética na produção de bens e serviços. A eficiência energética é determinada pela maior razão possível entre energia consumida e produto final gerado.

- *Saúde e segurança no trabalho* -A Produção mais Limpa procura sempre minimizar os riscos para os trabalhadores através de um ambiente de trabalho mais limpo, mais seguro e mais saudável.
- *Produtos ambientalmente adequados* -O produto final, bem como todos os subprodutos comercialmente viáveis, devem ser tão ambientalmente adequados quanto possível. Fatores relacionados à saúde e meio ambiente devem ser priorizados nos estágios iniciais de planejamento do produto e devem ser considerados ao longo de todo o ciclo de vida do mesmo, da produção à disposição, passando pelo uso.
- *Embalagens ambientalmente adequadas* - A embalagem do produto deve ser eliminada ou minimizada sempre que possível. Quando a embalagem é necessária para proteger, vender, ou para facilitar o consumo do produto, esta deve ter o menor impacto ambiental possível.

Portanto, fica claro que o principal objetivo da Produção mais Limpa é eliminar ou reduzir a emissão de poluentes para o meio ambiente, ao mesmo tempo em que otimiza o uso de matérias-primas, água e energia. Desta forma, além de um efeito de proteção ambiental de curto prazo, a Produção mais Limpa incrementa a eficiência no uso de recursos naturais, gerando melhorias sustentáveis de longo prazo.

2.3.4. Comparação entre tecnologias convencionais e Produção Mais Limpa

A Tabela 2 relaciona as diferenças entre Tecnologias Fim de Tubo e Produção mais Limpa.

Tecnologias Fim de Tubo	Produção mais Limpa
Como se pode tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vêm os resíduos e as emissões?
Pretende reação.	Pretende ação.
Geralmente leva a custos adicionais.	Pode ajudar a reduzir custos.
Os resíduos e emissões limitados através de filtros e técnicas de tratamento; Soluções de Fim de Tubo; Tecnologia de reparo; Estocagem de resíduos.	Prevenção de resíduos e emissões na fonte; Evita processos e materiais potencialmente tóxicos.
Proteção Ambiental entra depois do desenvolvimento de produtos e	Proteção ambiental entra como parte integral do design do produto e da

Tecnologias Fim de Tubo	Produção mais Limpa
processos.	engenharia de processo.
Problemas ambientais resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta-se resolver os problemas ambientais em todos os níveis / em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
É trazida de fora.	É uma inovação desenvolvida na empresa.
Aumenta o consumo de material e energia.	Reduz o consumo de material e energia.
Complexidade e riscos aumentados.	Riscos reduzidos e transparência aumentada.
Resultado de um paradigma de produção do tempo em que os problemas ambientais não eram conhecidos.	Abordagem que pretende criar técnicas de produção para um desenvolvimento sustentável.

Tabela 2 - Diferença entre tecnologia de fim de tubo e Produção Mais Limpa.

Fonte: Adaptado de CNTL (2003).

A partir do quadro pode-se observar evidentemente a diferença de abordagem entre as tecnologias convencionais e a produção mais limpa.

2.3.5. Vantagens da Produção Mais Limpa

Dentre as possíveis vantagens oriundas da implantação de um programa de P+L, temos a melhora da imagem pública da empresa diante dos consumidores, das comunidades vizinhas, da imprensa, do público em geral e das agências ambientais, além de promover maior competitividade no mercado, que está cada vez mais exigente. As empresas que adotam esse tipo de medida também diminuirão os custos de disposição final dos resíduos, devido à diminuição radical da quantidade dos mesmos. Diminuem também os custos de produção devido à utilização mais eficiente das matérias-primas e da energia, assim como das inversões capitais em sistemas de tratamento de resíduos.

2.3.6. Programa de Produção Mais Limpa

De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas, *Série de Manuais de Produção Limpa*(2003), a implantação começa com a sensibilização e comprometimento da gerência e ou diretores,

apresentando as vantagens da implementação de um programa de produção limpa através dos seguintes fatores:

- Atuar na prevenção como etapa anterior à etapa de fim-de-tubo;
- Cumprir padrões ambientais;
- Custos de aquisição e manutenção do tratamento de fim-de-tubo;
- Produção limpa como metodologia de melhoria contínua em sistemas de gestão ambiental;
- Sensibilização através de exemplos setoriais semelhantes;
- Benefícios econômicos e ambientais.

Após conseguir o comprometimento da alta gerência e estando de acordo com a implementação da metodologia, é importante o seu envolvimento no grupo de trabalho, mantendo-a informada. Em seguida se inicia a sensibilização dos funcionários envolvidos no processo.

Após a fase da sensibilização, a implementação da Produção Mais Limpa passará por uma série de etapas, mas podem ser resumidas nas seguintes fases:

- Visita técnica para avaliação das atividades e identificar as possibilidades de implementação do programa e sua duração;
- Formação de um grupo de trabalho chamada de “eco-time”, que será capacitado para desenvolver o trabalho da empresa, realizando os balanços de massa e energia;
- Avaliação dos dados obtidos, identificando oportunidades de Produção Limpa;
- Realização de visitas para discussão das possibilidades de Produção Limpa com as pessoas responsáveis pelo grupo de trabalho;
- Estudo de viabilidade econômica das oportunidades identificadas e priorizadas, avaliando os benefícios econômicos, ambientais e técnicos obtidos após a implementação da Produção Limpa;
- Obtenção de um relatório com todas as informações obtidas durante a implementação da metodologia.

2.3.6.1. Etapas da Elaboração / Implementação

A implantação da metodologia de Produção Mais Limpa pressupõe inovação, incremento competitivo e responsabilidade sócio-

ambiental, uma vez que tal processo prevê em sua origem, a prevenção da poluição e a busca do crescimento e desenvolvimento econômico sustentado.

Assim, nesta seção busca-se apresentar, de maneira breve, as fases de elaboração e implantação e as ações necessárias para operacionalização de tal metodologia, conforme proposto pela *Série de Manuais de Produção Limpa*(2003),Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL.

3.3.6.1.1.Fase 1 – Planejamento e Organização

Primeiro passo - Obter o comprometimento da gerência.

A primeira etapa da metodologia é a conscientização da gerência da empresa, enfatizando-se as vantagens e melhorias que um programa de produção mais limpa pode proporcionar. A gerência da empresa apoiará a avaliação de produção mais limpa quando estiver convencida de seus benefícios. Sem o comprometimento da gerência não haverá verdadeira ação e, conseqüentemente, não haverá resultado.

O comprometimento da gerência pode ser obtido tanto pela ênfase no princípio de proteção como pela influência das forças de mercado. Podem ser usados os seguintes argumentos:

- A produção mais limpa baixa os custos da produção, de tratamento de fim-de-tubo, dos cuidados com a saúde e da limpeza total (remoção de gases) do meio ambiente.
- A produção mais limpa melhora a eficiência do processo e a qualidade do produto, contribuindo assim para a inovação industrial e a competitividade.
- A produção mais limpa diminui os riscos aos trabalhadores, comunidade, consumidores de produtos e gerações futuras, decrescendo assim os custos indenizações e prêmios de seguro.
- A produção mais limpa pode garantir a imagem pública da empresa (registros de meio ambiente limpo), produzindo benefícios sociais e econômicos intangíveis.
- É possível que os funcionários e empregadores de uma empresa tenham interesse pessoal no meio ambiente.

Segundo passo – Organizar o Eco-time.

É um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa que tem por objetivo conduzir o programa de Produção mais Limpa. Por isso, identificar, na empresa, pessoas capazes de integrá-lo é muito

importante: devem ser funcionários que conhecem mais profundamente a firma, bem como os processos produtivos, ou são responsáveis por áreas importantes dentro dela. Entre as funções do eco-time, destacam-se: Realizar o diagnóstico; Implantar o programa; Identificar oportunidades e implantar medidas de Produção mais Limpa; Monitorar o programa; e Dar continuidade ao programa.

Terceiro passo - Estabelecer metas.

Estabelecer metas amplas da empresa para produção mais limpa que funcionarão como orientação para a avaliação de produção mais limpa. Se não forem estabelecidas metas, facilmente a avaliação pode tornar-se um exercício sem objetivo. As metas são aperfeiçoadas à medida que o Eco-time adquire uma visão mais ampla das possibilidades para produção mais limpa na empresa.

Os critérios que serão úteis para formular suas metas e direcionar a avaliação de produção mais limpa para determinada área prioritária estão listados a baixo:

- Custo (mão-de-obra, tecnologia, manutenção, matérias-primas);
- Quantidade usada;
- Reatividade química;
- Emissões atmosféricas
- Emissões para as águas
- Custo de disposição
- Método de disposição (reciclagem no local ou fora dele, aterro);
- Efeitos sobre a saúde;
- Substitutos/alternativas conhecidas.

Quarto Passo - Barreiras e soluções.

Identificar e superar as barreiras que possam impedir ou retardar a execução da Avaliação de Produção mais Limpa. Tais barreiras podem causar conflitos dentro da empresa e arriscar o progresso da Avaliação. O eco-time deve ter consciência destas barreiras e encontrar soluções para superá-las.

As barreiras podem ser identificadas, principalmente, nas seguintes áreas:

- Atitudes predominantes - Barreiras são, muitas vezes, resultado de mal-entendidos, de preconceitos ou de resistência a mudanças.

- Falta de informação - A falta de informação está relacionada ao estágio de desenvolvimento dos sistemas de gerenciamento e informação para monitoramento de processo, planejamento, contabilidade, etc.
- Barreiras organizacionais - Os problemas organizacionais estão relacionados à alocação de recursos humanos e financeiros e a falta de cooperação e coordenação entre indivíduos e funções dentro e fora da empresa.
- Barreiras econômicas - Para iniciar uma Avaliação de Produção mais Limpa é necessário um investimento inicial em tempo, dinheiro e recursos humanos e talvez a gerência não tenha recursos ou não queira investir em Produção mais Limpa.
- Barreiras técnicas - Em geral, a tecnologia não é um fator que possa limitar seriamente a adoção de Produção mais Limpa. Entretanto, em alguns casos, a falta de um determinado equipamento e conhecimento técnico impede a mudança para as práticas de Produção mais Limpa.

3.3.6.1.2.Fase 2 – Pré-avaliação

A pré-avaliação é realizada com visitas técnicas à indústria e acompanhamento do processo produtivo, a fim de avaliar a abrangência do programa e as possibilidades de implementação da P+L. Nessa etapa é feito um diagnóstico ambiental e de processo da empresa, a partir do qual são obtidos dados referentes à identificação e informações gerais da empresa, informações sobre o processo produtivo e também um resumo da situação ambiental da empresa.

Quinto Passo – Desenvolver os fluxogramas dos processos.

Consiste no desenvolvimento de fluxogramas do processo, descrevendo toda a instalação e mostrando todos os passos por que passam as matérias-primas para formar um produto, podendo ser de dois tipos: Global e Específico, os quais, por sua vez, serão analisados sob o enfoque qualitativo e quantitativo.

- O Fluxograma Qualitativo Global - representa toda a empresa e relacione as principais matérias-primas consumidas, que são as Entradas, e os principais produtos e resíduos gerados, que são as Saídas.
- O Fluxograma Qualitativo Específico - representa o processo produtivo de um produto específico, analisando as entradas e saídas do mesmo.

A análise detalhada do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, e visualização da geração de resíduos durante o processo. Agindo desta forma como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões.

Sexto Passo – Avaliar as entradas e saídas.

O objetivo dessa etapa é a obtenção de dados e informações que estão registrados em notas de compras de matérias-primas, de material de escritório, de produtos químicos, de alimentos (no caso de refeitório) e em contas de água e notas de quantidades de resíduos transportados, as quais poderão estar na empresa ou com o contador.

As informações que deverão ser recolhidas são: consumo de água, vazão de efluente líquido, resíduos sólidos, matérias-primas e consumo de energia. Algumas poderão não estar disponíveis nas notas de compra. Nesse caso, será necessário fazer medições. Os principais materiais utilizados são:

- Consumo de água: hidrômetro, ou horímetro, ou balde e relógio/cronômetro;
- Vazão de efluente líquido: medidor de vazão ou balde e relógio/cronômetro;
- Resíduos sólidos: balança adequada para as quantidades a serem medidas;
- Matérias-primas: balança adequada para as quantidades a serem medidas;
- Consumo de energia: horímetro, analisador de energia, amperímetro;
- Outros materiais necessários: planilhas em papel definidas pela própria empresa, calculadora e muita criatividade.

Sétimo Passo – Selecionar o foco da avaliação de produção mais limpa.

A determinação dos focos para a avaliação de P+L é basicamente um aperfeiçoamento dos objetivos de P+L que foram definidos durante a fase de planejamento e organização. Em geral, os focos:

- Geram grande quantidade de resíduos e emissões;
- Causam grande perda econômica;
- Tem numerosas oportunidades óbvias de produção mais limpa;

- É aceito por todas as pessoas envolvidas.

3.3.6.1.3.Fase 3 – Avaliação

Consiste em desenvolver um conjunto amplo de oportunidades de P+L e identificar as oportunidades que possam ser implementadas imediatamente e as que necessitam de análises adicionais mais detalhadas.

Oitavo Passo – Balanço de massa e energia.

Este passo consiste no levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo produtivo, não se limitando a valores de entrada e saída, mas permitindo a identificação e a quantificação das perdas ou emissões anteriormente desconhecidas. Após o balanço de massa e energia devemos saber:

- Quantidade de matéria-prima, auxiliares de processo e energia utilizados;
- Quantidade de resíduos e emissões produzidos;
- Origem dos resíduos e emissões.

Nessa etapa, também, são desenvolvidos indicadores ambientais e de processo, que servem de parâmetro para as alterações realizadas na empresa. Esses indicadores apresentam informações importantes, de fácil leitura, servindo como ferramenta para apoiar decisões e definir metas. Os principais objetivos dos indicadores ambientais e de processo são (Federal Environmental Ministry, 1997):

- Ilustrar melhorias ambientais ao longo do tempo em determinadas avaliações;
- Detectar potenciais para melhorias no processo produtivo;
- Definir objetivos e metas de performance ambiental;
- Monitorar o desempenho ambiental;
- Identificar oportunidades para produção mais limpa;
- Facilitar a realização de *benchmarking* ambiental;
- Fornecer dados para publicações referentes a relatórios ambientais; e
- Promover a motivação do público interno;
- Proporcionar uma base para implementação de Sistemas de Gestão Ambiental.

Nono Passo – Avaliação de causas.

Com base no conhecimento do processo produtivo adquirido e fazendo uso dos fluxogramas e do balanço de massa e energia, torna-se

possível identificar oportunidades e/ou problemas diagnosticados na elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo. Estas oportunidades e ou problemas podem estar relacionados ao impacto ambiental proporcionado por determinada atividade, a problemas de saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores, a custos associados ao controle de resíduos (fim-de-tubo), a problemas tecnológicos, entre outros.

Com isso, devemos determinar onde, porque e quantos resíduos e emissões são gerados e quanta energia é perdida, facilitando a identificação de oportunidades de P+L. As causas responsáveis desses problemas estão ligadas as cinco principais características envolvidas num processo produtivo, demonstradas na Figura 3 - Cinco características de um processo.

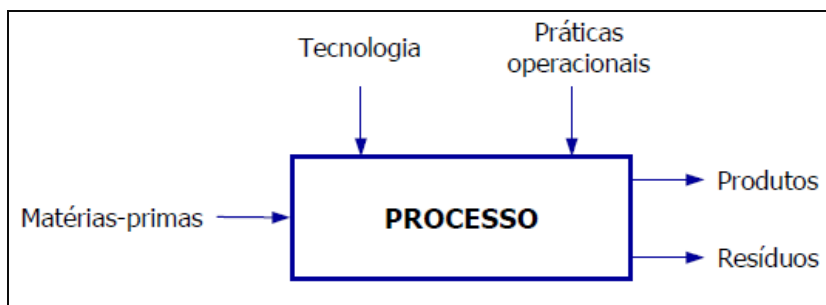


Figura 3 - Cinco características de um processo.
Fonte: CNTL/SENAI-RS, 2003.

Décimo Passo – Gerar oportunidades.

Uma vez conhecidas as fontes e causas dos resíduos e emissões, tendo em mão o fluxograma do processo e o balanço de massa e energia, deve-se começar a procurar modos possíveis de aumentar a eficiência e reduzir resíduos, emissões e perdas de energia. Para isso, torna-se necessário propor mudanças nas cinco principais características envolvidas num processo, como ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

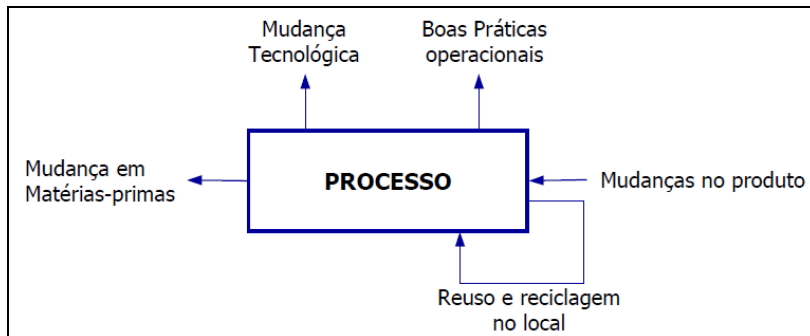


Figura 4 - Elementos do processo para oportunidades de produção mais limpa.
Fonte: CNTL/SENAI-RS, 2003.

Décimo Primeiro Passo – Separar oportunidades.

Após ter sido listado todas as oportunidades de P+L, elas devem ser separadas, selecionadas e priorizadas com base na unidade de operação a qual se refere; na possibilidade de interferência mútua entre oportunidades diferentes; e na sua viabilidade. As que parecem mais promissoras serão submetidas a um estudo de viabilidade.

O CNTL (CNTL/SENAI-RS apud BARBIERE, 2006) propõe que a priorização das oportunidades esteja fundamentada na escala de prioridades para prevenção de resíduos, ou seja, os níveis de aplicação da Produção Mais Limpa, conforme Figura 5 - Níveis de aplicação da produção mais limpa.

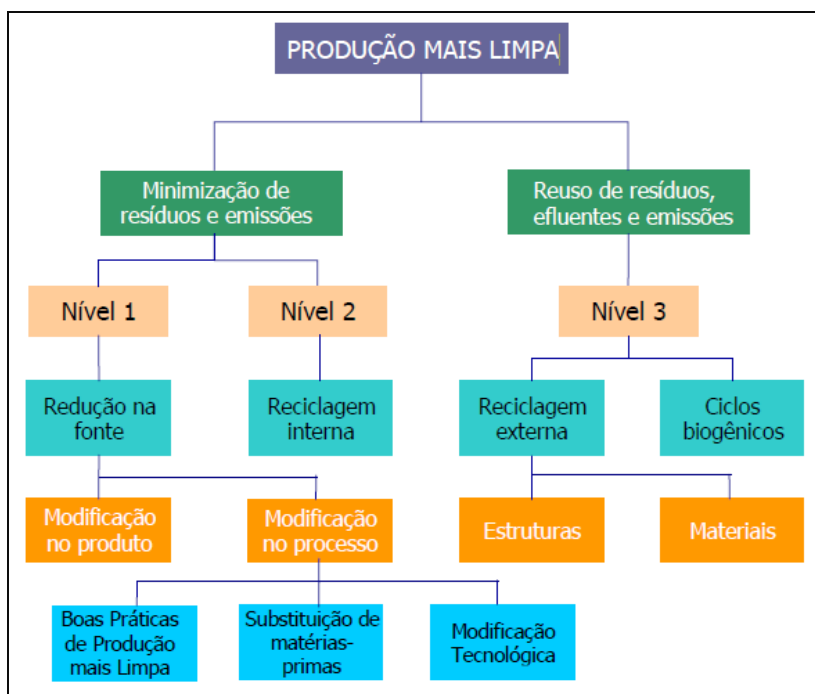


Figura 5 - Níveis de aplicação da produção mais limpa

Fonte: CNTL/SENAI-RS, 2003.

De acordo com o CNTL, a modificação no processo pode envolver:

- *Técnicas de housekeeping*: consiste em limpezas periódicas, uso cuidadoso de matérias-primas e com o processo, alterações no *layout* físico, ou seja, disposição mais adequada de máquinas e equipamentos que permitam reduzir os desperdícios, elaboração de manuseio para materiais e recipientes, etc. O *housekeeping* permite, ainda, mudanças nas condições operacionais, ou seja, alterações nas vazões, nas temperaturas, nas pressões, nos tempos de residência e outros fatores que atendam às práticas de Prevenção de Resíduos;

- *Substituição de matérias-primas*: consiste na identificação de materiais mais resistentes que possam vir a reduzir perdas por manuseio operacional, ou ainda, a substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não-renováveis por renováveis;
- *Mudanças tecnológicas*: utilização de equipamentos mais eficientes do ponto de vista da otimização dos recursos utilizados, uso de controles e de automação que permitam rastrear perdas ou reduzir o risco de acidentes de trabalho, entre outras.

Quanto às modificações do produto (nível 1), o CNTL propõe que se leve em consideração as seguintes opções para minimização de resíduos:

- *Substituição de produto*: essa opção pode envolver o cancelamento de uma linha produtiva, no qual o produto acabado apresente problemas ambientais significativos, ou ainda, a substituição de um produto com características tóxicas por outro menos tóxico;
- *Redesenho do produto (ecodesign)*: consiste em desenvolver uma nova concepção do produto que leve em consideração a variável ambiental como fator de redução de custos e oportunidades de negócios. Nesta fase, há necessidade de uma análise combinada de substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não renováveis por renováveis, alterações nas dimensões do produto, aumento da vida útil do produto, facilidade de reciclagem de seus componentes e otimização produtiva ou de processos.

Encerradas as opções de redução de resíduos na fonte (nível 1), deve-se buscar alternativas para reciclagem interna (nível 2). Neste nível, considera-se que os resíduos que não podem ser evitados, devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa. A reciclagem interna busca fazer com que o resíduo possa retornar a cadeia produtiva ou mesmo ser reaproveitado por setores administrativos.

Conforme o CNTL, após analisadas as possibilidades de modificação no processo e modificação no produto (nível 1) e reciclagem interna (nível 2), deve-se proceder uma análise da reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, ou seja, através da reciclagem externa (nível 3). Nesta fase, deve-se adotar medidas

internas que viabilizem uma reciclagem externa dos resíduos, como a segregação de resíduos na fonte.

3.3.6.1.4.Fase 4 – Estudo de viabilidade

Décimo Segundo Passo – Avaliação preliminar.

A avaliação preliminar determina quais oportunidades necessitam das avaliações técnica, econômica e ambiental, visto que para algumas não se faz necessário um estudo tão elaborado. Dessa maneira, antes que as oportunidades sejam sujeitas a qualquer uma das três avaliações, elas precisam ser classificadas quanto:

- Oportunidades de procedimentos versus oportunidades técnicas.
- Oportunidades relativamente simples versus oportunidades complexas.
- Oportunidades pouco onerosas versus oportunidades caras.

Décimo Terceiro Passo – Avaliação técnica.

Deve-se investigar a natureza da mudança, o efeito sobre a produção, o efeito sobre o número de empregados, treinamentos requeridos, licenças exigidas, aumento do espaço físico, controles de laboratório, exigências em relação à manutenção, entre outros. Sendo possível tecnicamente implementar a opção, procede-se à avaliação ambiental.

Décimo Quarto Passo – Avaliação ambiental.

Nesta avaliação deverão ser observados os benefícios ambientais que poderão ser obtidos pela empresa. Dentre eles, podemos citar: redução do consumo de matéria-prima; redução de carga orgânica (mg de DBO/l), inorgânica e metais tóxicos (mg de metal/l) no efluente final; e redução e/ou modificação da classificação dos resíduos sólidos (da Classe I para II).

Décimo Quinto Passo – Avaliação econômica.

A avaliação econômica é, normalmente, o parâmetro principal na decisão de implementar ou não o programa de P+L, sendo, portanto, de fundamental importância. Essa avaliação consiste no desenvolvimento de um estudo de viabilidade econômica, calculando:

- *Período de retorno (payback)*: tempo que se leva para recuperar o desempenho de caixa inicial para o projeto (recuperação do investimento efetuado com a opção de P+L).

- *Taxa interna de retorno (TIR)*: é uma demonstração de rentabilidade do projeto, sendo que quanto maior for a TIR mais vantagens apresenta o projeto em termos atuais.
- *Valor presente líquido (VPL)*: calcula o valor atual do caixa incremental em perspectivas, pelo uso de uma Taxa Mínima de Atratividade, a partir de uma taxa de juros que seja considerada satisfatória.

Nessa etapa também deve ser calculado os Custos operacionais e economias associadas às oportunidades de produção mais limpa, os quais são listados a seguir:

- Redução dos custos com gerenciamento de resíduos;
- Economias sobre o custo de insumos;
- Economias com seguro e obrigações;
- Mudanças nos custos associados com qualidade;
- Mudanças nos custos de instalação;
- Mudanças nos custos operacionais e manutenção com pensões e contribuições para a seguridade social;
- Mudanças nos suprimentos para operação e manutenção;
- Mudanças nos rendimentos da produção aumentada (ou reduzida);
- Aumento nos rendimentos de subprodutos.

Décimo Sexto Passo - Seleção de oportunidades.

A partir das avaliações citadas, será feito a escolha das oportunidades de P+L que serão propostas.

3.3.6.1.5.Fase 5 – Implementação

Décimo Sétimo Passo – Preparar o plano de produção mais limpa.

Após a escolha das alternativas viáveis, deve-se desenvolver um plano de implementação do programa de P+L, onde será descrito o cronograma de duração do projeto, os recursos humanos e os financeiros necessários para a implementação das medidas.

Décimo oitavo Passo – Implementar oportunidades de produção mais limpa.

A implementação de um projeto de P+L é similar a implementação de qualquer outro projeto de investimento, passando pelas fases de planejamento, design, aquisição e construção. Segundo o CNTL, nesta etapa é importante considerar:

- As especificações técnicas detalhadas;
- O plano adequado para reduzir tempo de instalação;
- Os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- A instalação cuidadosa de equipamentos;
- A realização do controle adequado sobre a instalação;
- A preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Décimo Nono Passo – Monitorar e avaliar.

O plano de monitoramento consiste em estabelecer os pontos de medição para analisar a eficiência do processo produtivo. Conforme o CNTL, deve-se indicar no fluxograma produtivo os pontos de monitoramento e os parâmetros a serem monitorados, a fim de que seja possível manter um controle sobre as operações realizadas na empresa. Tais procedimentos têm como objetivo principal assegurar a melhoria contínua dos processos e produtos.

O monitoramento pode ser dividido em quatro estágios (planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados) e pode ser em nível macro e mais específico. É importante o monitoramento antes e depois da implementação do programa de P+L, possibilitando a comparação dos dados, visualizando a melhoria obtida.

Vigésimo Passo – Sustentar atividades de produção mais limpa.

Após a aplicação das etapas e atividades descritas acima, o Programa de Produção mais Limpa pode ser considerado como implementado. Neste momento é importante não somente avaliar os resultados obtidos, mas, sobretudo, criar condições para que o Programa tenha sua continuidade assegurada através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

3. MATERIAIS E MÉTODOLOGIAS

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de implantação de um programa de produção mais limpa em uma indústria de laticínios de médio porte.

3.1. Descrição do estudo de caso

Esse trabalho foi realizado no Laticínio Boavistense, localizado no município de Nova Boa Vista, região Centro-Norte do Estado de Rio Grande do Sul. Atualmente a indústria trabalha com uma recepção média diária de cerca de 37.000 litros de leite. O Laticínio está situado numa área tipicamente rural, próximo aos pequenos e médios produtores, dos quais compra o leite. Quanto aos aspectos de produção, o Laticínio é responsável pela produção de queijo tipo Mussarela, queijo tipo Prato, ricota, manteiga, requeijão, nata e bebida láctea.

3.2. Elaboração do programa de P+L

A elaboração do programa de Produção Mais Limpa foi conforme descrito na revisão bibliográfica, item 2.3.6. *1 Etapas da Elaboração / Implementação*, utilizando a metodologia do CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas). Visto que se trata apenas da elaboração do programa, não contemplando a implementação, a qual só ocorrerá se o dono da indústria tiver interesse.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.Dados gerais da empresa

O primeiro passo consistiu na obtenção do comprometimento da gerência da indústria, o qual foi obtido demonstrando as possíveis vantagens que o programa de P+L pode trazer para o empreendimento. Desta forma, foram obtidos os dados da empresa e os dados referentes à quantidade da matéria-prima e insumos e produtos de higienização utilizados na produção, obtidos no setor de compras e diretamente na produção com os funcionários. Na Tabela 3 estão resumidos os dados da empresa.

Nome:	LaticínioBoavistenseLtda	
Razão social:	LaticínioBoavistenseLtda	
Marca	Mandaká	
Ramo de Atividade:	Indústria alimentícia	
Endereço:	Rua Linha Mirim - Sem n°	
Bairro / distrito:	-	
Municípios:	Nova Boa Vista	
Telefone:	(54) 3360 1050	
Cnpj:	-	
Inscrição Estadual:	-	
Contato:	Cristian Liell	
Cargo:	Gerente Administrativo	
Data de instalação no local:	Março de 1996	
Regime de funcionamento da empresa:	10 horas/dia	
Número total de funcionários por área:	Produção	25
	Administração	5
	Motoristas	7
	Outros	3
Áreas físicas da empresa:	3000 m ²	

Tabela 3 - Dados da Empresa.

Fonte: Autor, 2013.

- Escritório;
- Vestiário;
- Laboratório;
- Caldeira;
- Estoque de lenha;
- Almoxarifado;
- Estação de Tratamento de Efluentes (em fase de implantação);
- Área de motores dos refrigeradores;
- Pátio de manobra e limpeza de caminhões;
- Área de estocagem e coleta de soro.

4.2. Eco-time

O eco-time foi formado após a análise inicial da empresa e após a definição de alguns locais que, seriam monitorados:

- Recepção da matéria prima (lavagem dos galões aonde chegavam o leite, e lavagem do caminhão);
- Preparo da ricota e dos queijos (soro);
- Setor de embalagem.

Os locais foram determinados pela grande quantidade de resíduos e efluentes.

Formaram o “eco-time” 6 funcionários, 5 da produção e 1 laboratorista. Por estar envolvido diariamente na produção, escolheu-se o gerente de produção como líder do eco-time. Na Tabela 4 é apresentado o eco-time.

Cargo	Formação
Gerente de produção	Ciências Contábeis
Responsável Pasteurização	1º grau completo
Queijeiro	1º grau completo
Embalador (queijo)	1º grau completo
Embalador (bebida láctea)	1º grau completo
Técnico de laboratório	2º grau completo

Tabela 4 - Componentes do Eco-time.

Fonte: Autor, 2013.

4.3. Metas estabelecidas

Foi realizada uma avaliação global do laticínio, monitorando todas as linhas de produção e observando aspectos como processo de fabricação, resíduos gerados, volumes de água utilizados em casa linha de produção, quantidades de efluentes gerados, procedimentos de higienização e avaliação dos desperdícios de matérias-primas. Foram feitas visitas técnicas à indústria durante uma semana em setembro de 2013, para realizar a avaliação, coletando dados primários e realizando reuniões com o Eco-time, além de conversas individuais com os demais funcionários, com o objetivo de identificar pontos críticos.

A fim de nortear o desenvolvimento do programa de produção mais limpa dentro da indústria em estudo, foram estabelecidas algumas metas, as quais orientaram o foco da visita técnica. A seguir são listadas tais metas:

- Redução das emissões atmosféricas;
- Redução da produção de efluentes;
- Redução da produção de resíduos sólidos;
- Identificar novos métodos de disposição (reciclagem no local ou fora dele, aterro).

4.4. Barreiras e soluções

Com o início do estudo, identificou-se que as principais barreiras que podem impedir ou retardar a execução do programa de P+L são "Falta de informação" e "Barreiras organizacionais", as quais foram detalhadas no item 20 da Revisão Bibliográfica. Assim, torna-se fundamental, para o desenvolvimento de programa, passar por essas barreiras.

4.5. Fluxogramas

Os fluxogramas foram obtidos através do acompanhamento dos processos produtivos e complementados posteriormente com o gerente de produção.

4.5.1. Fluxograma global

O fluxograma apresentado a seguir (Figura 7) representa a recepção do leite, etapa comum a todos os produtos produzidos pelo Laticínio Boavistense.

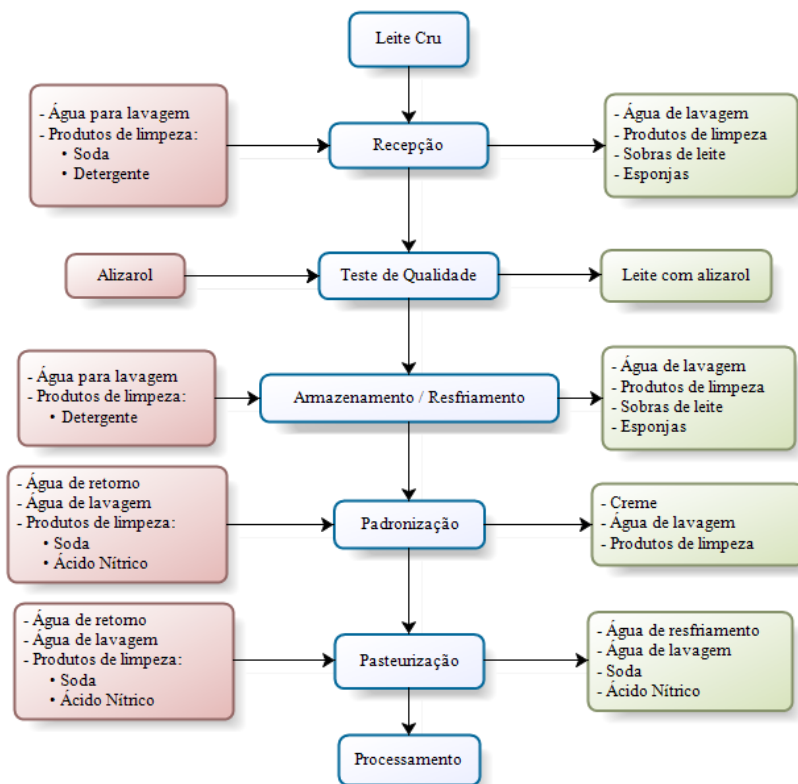


Figura 7 - Fluxograma Global.

Fonte: Autor, 2013.

O processo de recepção do leite ocasiona a geração de água de lavagem, descarte de produtos químicos (detergente, soda e ácido nítrico) e produção de leite com alizarol (produto utilizado no teste de qualidade do leite cru). Tais efluentes devem ser corretamente descartados e tratados a fim de diminuir os impactos ambientais referentes à sua disposição no ambiente.

4.5.2. Fluxograma da manteiga

Entende-se por manteiga o produto gorduroso obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica do creme pasteurizado, derivado exclusivamente do leite de vaca, por processos tecnologicamente adequados. A matéria gorda da manteiga deverá estar composta exclusivamente de gordura Láctea.

A seguir na Figura 8 será apresentado o fluxograma da produção de manteiga.

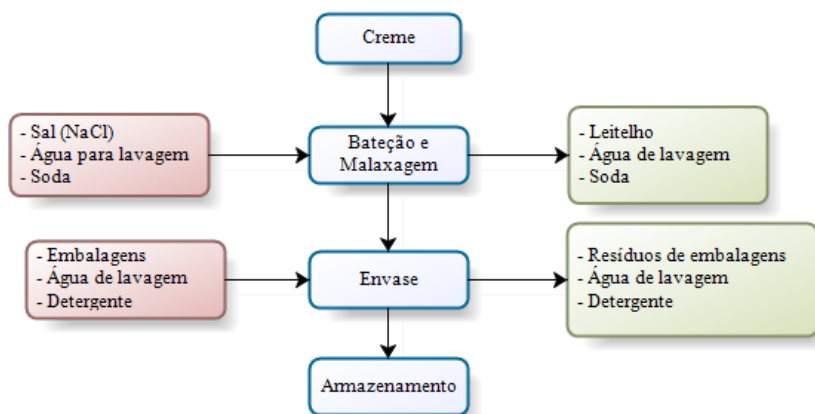


Figura 8 - Fluxograma da manteiga.

Fonte: Autor, 2013.

4.5.3. Fluxograma do queijo prato

O queijo Prato é produzido em um tanque de inox, são enformados em formas plásticas e embalados a vácuo. A estocagem é feita em câmaras frigoríficas. A seguir na Figura 9 será apresentado o fluxograma da produção do queijo prato.

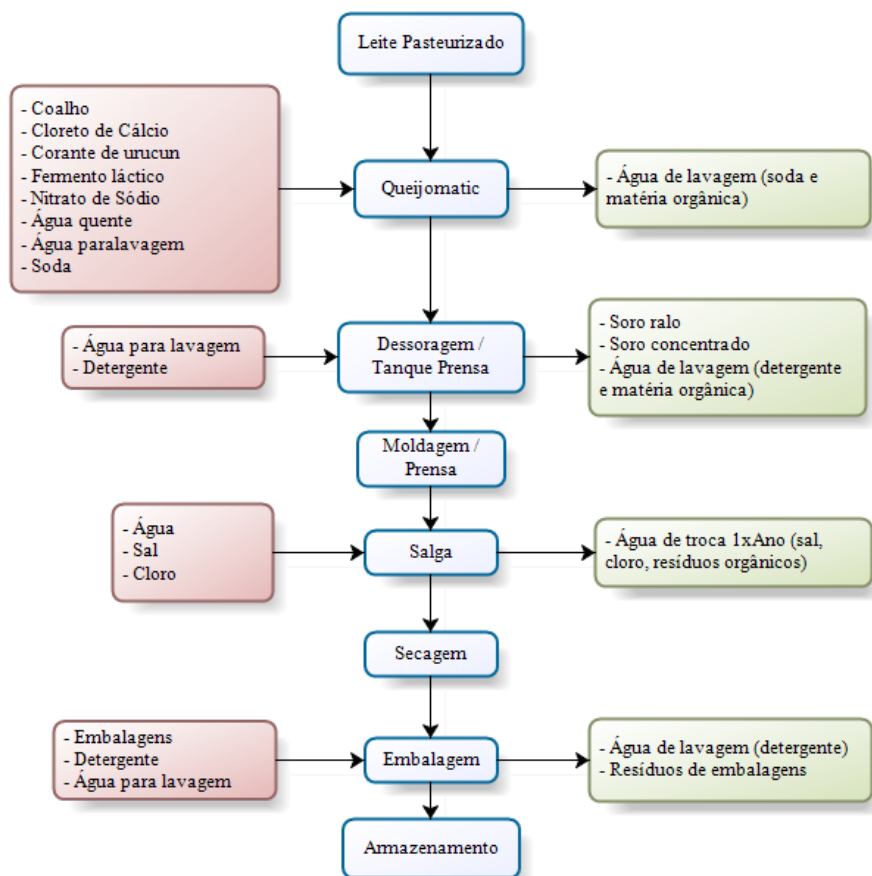


Figura 9 - Fluxograma do queijo prato.

Fonte: Autor, 2013.

4.5.4. Fluxograma do mussarela

O processo produtivo do queijo Mussarela tem algumas etapas a mais que o processo do queijo Prato, como a prensagem da massa a filagem. A seguir, na Figura 10, será apresentado o fluxograma da produção do queijo Mussarela.

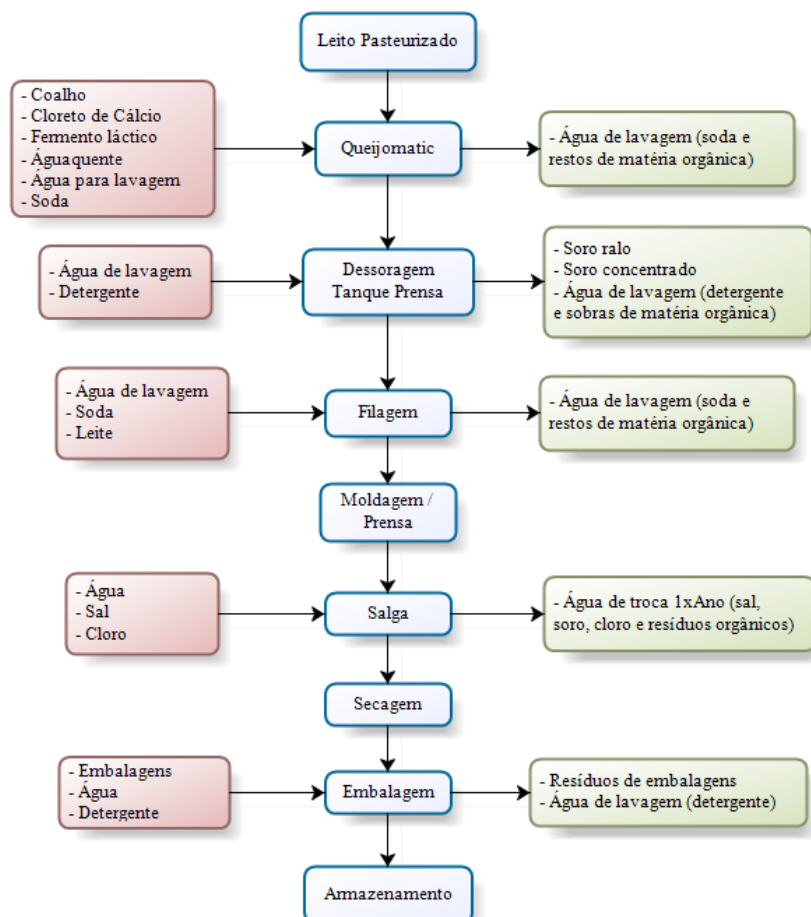


Figura 10 - Fluxograma do mussarela.

Fonte: Autor, 2013.

4.5.5. Fluxograma da ricota

A ricota é produzida a partir do soro resultante do processo dos queijos Prato e Mussarela. O aquecimento do soro é feito por injeção direta de vapor. A Figura 11 apresenta o fluxograma da produção da ricota.

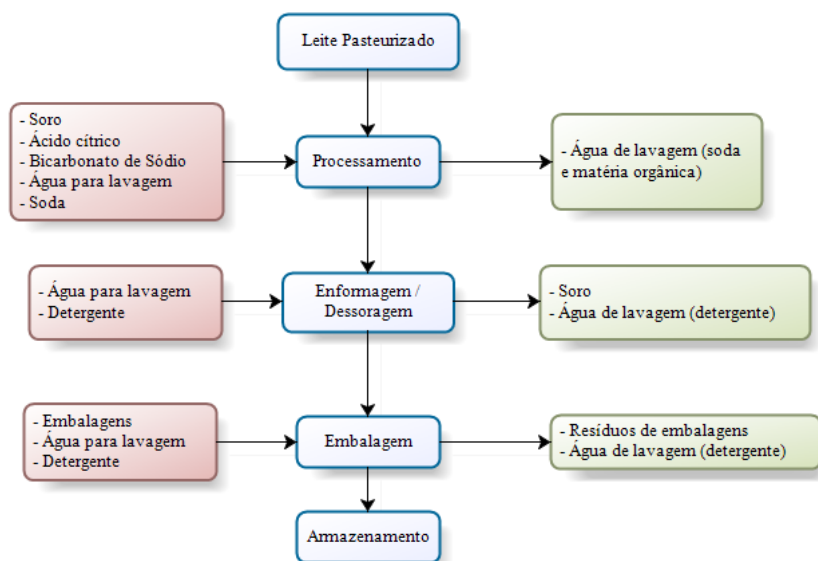


Figura 11 - Fluxograma da ricota.
Fonte: Autor, 2013.

4.5.6. Fluxograma do requeijão

A seguir na Figura 12 será apresentado o fluxograma da produção do requeijão cremoso.

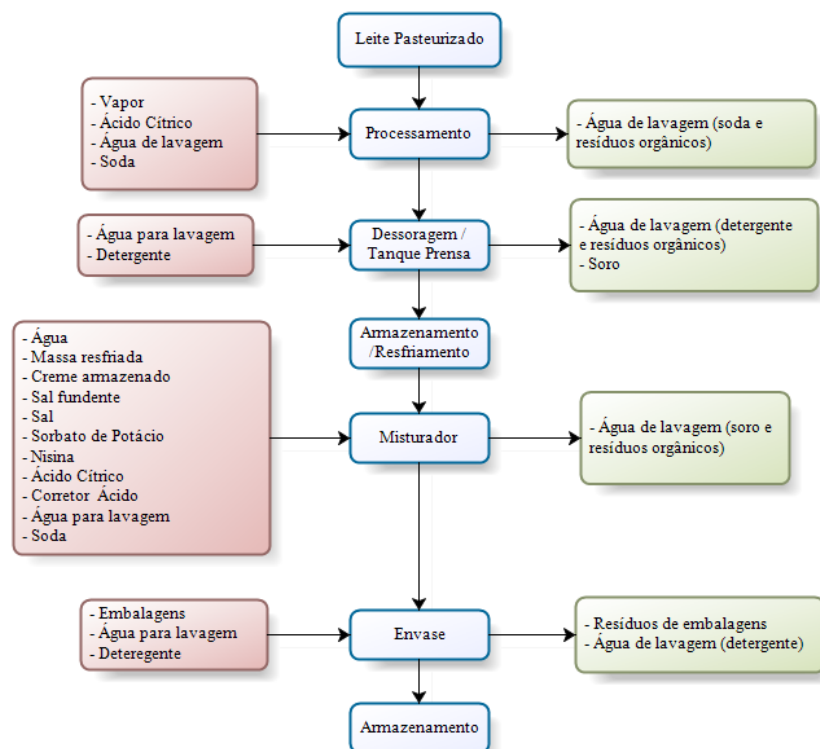


Figura 12 - Fluxograma do requeijão cremoso.

Fonte: Autor, 2013.

Figura 14 - Fluxograma da nata.
Fonte: Autor, 2013.

4.6. Informações sobre o processo de produção

4.6.1. Insumos da atividade industrial

A matéria prima principal da indústria de laticínios é o leite. A indústria processa aproximadamente 37 mil litros de leite por dia, recebido por diversos produtores da região. Além do leite, é utilizado sal, Cloreto de Cálcio (CaCl), coalho e fermento para a formação da massa do queijo, entre outras matérias primas. E para dar coloração ao queijo prato, utiliza-se corante natural de Urucum.

4.6.1.1. Consumo de água

A água utilizada no laticínio vem de um poço artesiano que fica no terreno da empresa. Essa água é recalcada por uma bomba de 3cv para uma caixa d'água, de onde é distribuída pela indústria. Também pode haver o abastecimento pela rede pública se houver necessidade. Estima-se que são utilizados em média 55 m³ de água por dia.

4.6.1.2. Consumo de energia e combustíveis

A energia elétrica utilizada na indústria provém estritamente da concessionária de energia; são utilizados óleo diesel e gasolina nos caminhões de coleta de leite e de distribuição dos produtos; é utilizada lenha grossa e fina na caldeira. A Tabela 5 mostra em detalhes o consumo de energia da empresa.

Combustível	Consumo mensal	
Óleo Diesel	8.000	L
Gasolina	500	L
Lenha	150	m ³
Energia Elétrica	16.000	kWh

Tabela 5 - Dados do consumo de energia e combustível da Empresa.

4.6.2. Principais equipamentos utilizados no processo produtivo

A Tabela 6 apresenta os principais equipamentos operados na indústria. Em seguida são apresentados dados dos equipamentos e figuras ilustrativas.

Processo/Área	Equipamentos	Capacidade Nominal	Quantidade
Recepção	Caminhões tanque	15.000 L	4
Recepção	Tanque isotérmico	15.000 L	1
Recepção e Produção	Bombas	7.000 L/h	7
Recepção	Pasteurizador	7.000 L/h	1
Recepção	Padronizadora	7.000 L/h	1
Produção de nata	Desnatadeira	5.000 L/h	1
Produção da massa	Queijomatic	5.000 L	2
Produção da massa	Tanque (queijo)	5.000 L	1
Produção da massa	Filadeira e Moldadeira	1.000 queijos/hora	1
Produção da massa	Prensa	-	3
Secagem e Armazenamento	Câmaras Resfriadoras	-	4
Sala de embalagem/fatiar	Máquina de Fatiar	-	4
Sala de embalagem/fatiar	Embaladeira a vácuo (queijo)	180 queijos/h	4
Produção da bebida láctea e nata	Tanque (bebida láctea)	3.000 L	1
Produção da manteiga	Batedeira de Manteiga	-	1
Produção da bebida láctea e nata	Ensacadeira (bebida láctea e nata)	2.000 L/h	1
Aquecimento da água	Caldeira	-	1

Tabela 6 - Equipamentos da indústria.

Caminhões Tanque: São utilizados para o transporte do leite cru, do local de produção até o laticínio. O recebimento do leite envolve as operações de recebimento, pesagem e análise da matéria-prima. Logo após a descarga, o caminhão é lavado em local exclusivo. Na Figura 15 é mostrado um dos caminhões.



Figura 15- Caminhão Tanque.

Fonte: Autor, 2013.

Bombas: São utilizadas no processo de recepção do leite cru, onde é efetuado o bombeamento do leite cru do caminhão tanque até o tanque isotérmico. Antes da descarga são feitos alguns testes, como: acidez titulável, alizarol, gordura, densidade etc., os quais têm por objetivo evitar a entrada de leite de baixa qualidade no laticínio. As bombas também são utilizadas para o transporte do leite e soro no processo produtivo, além de serem usadas no processo de lavagem da indústria no final do expediente. Na Figura 16 é mostrada uma das bombas.



Figura 16 - Bomba.
Fonte: Autor, 2013.

Tanque Isotérmico: É utilizado no resfriamento e estocagem do leite cru, quando necessário, sendo encaminhado posteriormente às seções de produção. Na Figura 17 é mostrado o tanque isotérmico.



Figura 17 - Tanque Isotérmico.
Fonte: Autor, 2013.

Pasteurizador: A pasteurização do creme para produção de manteiga ocorre a uma temperatura que varia de 80°C a 90°C durante 20 segundos, e resfriado em temperaturas que variam de 15°C a 18°C . Depois é enviado aos tanques de creme pasteurizado, sendo analisado quanto à acidez e à matéria gorda. O sistema de pasteurização adotado para a fabricação dos queijos é a pasteurização rápida, e o binômio tempo/temperatura utilizado é de 72°C por 15 segundos. Na Figura 18 é mostrado o pasteurizador.



Figura 18 - Pasteurizador.

Fonte: Autor, 2013.

Padronizador e Desnatadeira: O leite é clarificado e padronizado de acordo com a necessidade de produção. O equipamento de padronização é representado pela Figura 18, onde juntamente com o padronizador é acoplado uma desnatadeira com o objetivo da retirada parcial da gordura do leite, sendo que a padronizadora possui capacidade de processamento de 7 mil litros por hora e a desnatadeira 5 mil litros por hora. O creme retirado é utilizado para a fabricação de manteiga, requeijão e creme de leite.



Figura 19 – Padronizador e Desnatadeira.

Fonte: Autor, 2013.

Queijomatic: É um tanque mecânico usado para a fabricação e coagulação de massa para queijo. O leite é bombeado para esse tanque onde são misturados os ingredientes adequadamente dosados necessários para cada tipo de produto que se deseja produzir. Na Figura 20 é mostrada a Queijomatic.



Figura 20 - Queijomatic.

Fonte: Autor, 2013.

Tanque Prensa (queijo): Após a coalhada estar no ponto desejado, todo material é transferido para um tanque de inox, onde é feita a separação do soro e a massa, o soro é retirado por uma bomba centrífuga para o tanque de armazenamento de soro e a massa fica retida no tanque. Na Figura 21 é mostrado o tanque prensa.



Figura 21–Tanque Prensa (queijo).

Fonte: Autor, 2013.

Filadeira e Moldadeira: A filadeira é usada para dividir a massa em pequenos pedaços que então são colocados em tanque de aço inoxidável, com água a temperatura de 80°C para que a massa adquira consistência uniforme e desejada. Em seguida, agita-se a massa até que os pedaços se unam completamente, obtendo um bloco homogêneo em condições de serem moldado. A moldadeira é usada para cortar a massa, que se encontra em alta temperatura (55-60°C), deixando os pedaços em uma dimensão adequada para serem colocados em formas retangulares. Na Figura 22 são mostradas a moldadeira e a filadeira.



Figura 22–Filadeira e Moldadeira.

Fonte: Autor, 2013.

Prensa: Os queijos são prensados por 20 minutos em prensa pneumática, onde se utiliza uma pressão de 2 libras por polegada quadrada. Na Figura 23 são mostradas as prensas.



Figura 23 - Prensa.

Fonte: Autor, 2013.

Câmaras Resfriadoras: São utilizadas para a salga dos queijos, a qual ocorre após a moldagem, onde os queijos são imersos em salmoura a 20% e a 8°C nas câmaras refrigeradoras. As câmaras também são

utilizadas no processo de secagem, onde os queijos são colocados, após a salga, em prateleiras dentro da câmara fria, com temperatura de 5°C, até atingirem a condição apropriada para serem embalados. Além disso, as câmaras são utilizadas para o armazenamento dos produtos até a comercialização. As imagens a seguir mostram as câmaras resfriadoras (Figura 24 e Figura 25).



Figura 24 - Câmara Resfriadora.
Fonte: Autor, 2013.



Figura 25 - Câmara Resfriadora.
Fonte: Autor, 2013.

Máquina de Fatiar: Após a secagem e maturação dos queijos prato e mussarela, eles estão prontos para serem fatiados, quando necessário. Esse processo se dá pela máquina mostrada na Figura 26.



Figura 26 - Máquina de Fatiar.
Fonte: Autor, 2013.

Embaladeira a vácuo (queijo): Antes de serem comercializados, os queijos, com exceção do queijo colonial, devem ser adequadamente embalados a vácuo, aumentando o tempo de conservação dos produtos. Na Figura 27 é mostrada umas das embaladeiras a vácuo.



Figura 27 - Embaladeira a vácuo (queijo).
Fonte: Autor, 2013.

Tanque (bebida láctea e nata): É o equipamento utilizado para produção da bebida láctea e nata, realizando a mistura do leite, creme, soro e demais ingredientes adequadamente dosados. Na Figura 28 é mostrado o tanque.



Figura 28 - Tanque (bebida láctea e nata).

Fonte: Autor, 2013.

Batedeira de manteiga: Durante a bateção, realizada em bateadeira, conforme apresentada na Figura 29, o creme deve ser resfriado a 8°C, através do envolvimento de água gelada na parede dupla da bateadeira. Logo depois é enviado à máquina de fabricação de manteiga, onde o creme é continuamente batido, sendo separado o soro. Então, é processada a malaxagem, onde é realizada a salga, através da incorporação de salmoura à manteiga.



Figura 29 - Batedeira de manteiga.

Fonte: Autor, 2013.

Ensacadeira (bebida láctea e nata):Na Figura 30, pode ser visualizado a envasadora, que pode ser utilizada no envase de bebida láctea e nata.



Figura 30 - Ensacadeira (bebida láctea e nata).

Fonte: Autor, 2013.

Caldeira: Equipamento utilizado na produção de água quente e vapor, utilizados na produção dos produtos e na limpeza dos equipamentos.



Figura 31 – Caldeira.
Fonte: Autor, 2013.

4.6.3. Avaliar as entradas e saídas

A indústria consome aproximadamente 55 m³ de água por dia (medições em campo realizadas pelo engenheiro que projetou o sistema de tratamento), e gera quantidade semelhante de efluentes líquidos. A maior parte deste montante é destinada à lavagem de equipamentos, pisos, caminhões e latões. Também é utilizada água para os diversos processos que ocorrem na indústria, tais como pasteurização, preparo da massa, salga e embalagem.

A Tabela 7 apresenta um resumo das principais matérias primas usadas no processo produtivo, a média do quantitativo mensal e seus custos.

Matéria prima	Quantidade mensal	Custo unitário	Custo mensal
Leite (L)	1014155,33	0,93	943164,46
Ácido Láctico (L)	255,00	5,80	1479,00
Ácido Nítrico (L)	73,75	1,90	140,13
Ácido Sulfúrico (L)	1,88	16,20	30,38
Açúcar (kg)	227,50	5,00	1137,50
Água (m³)	1650,00	-	-
Caixas Papelão (un.)	2509,75	0,98	2459,56
Citrato (L)	1,29	10,00	12,90
Cloreto (L)	436,25	2,85	1243,31
Cloro (L)	60,75	1,23	74,72
Coalho (L)	65,75	67,40	4431,55
Conservante (Sorbato) (un.)	6,75	43,25	291,94
Corante Urucum(L)	17,75	5,50	97,63
Detergente (ENER F-30)	112,50	2,50	281,25
Embalagens -Bebida Láctea (un.)	4535,50	0,07	317,49
Embalagem - Requeijão (un.)	105,00	0,15	15,75
Embalagens- Ricota (un.)	9322,50	0,06	559,35
Embalagens-Queijo Mussarela (un.)	29445,00	0,20	5771,22
Embalagens-Queijo Lanche (un.)	14943,50	0,22	3227,80
Embalagens-Sachê Creme de Leite (un.)	254,50	0,03	7,71
Embalagens Manteiga (un.)	5104,50	0,20	1020,90
Espessante (L)	21,00	14,20	298,20
Fermento lanche (un.)	7,63	157,75	1202,84
Fermento mussarela (un.)	5,38	157,75	847,91
Fermento para Bebida Láctea (un.)	2,00	35,00	70,00

Matéria prima	Quantidade mensal	Custo unitário	Custo mensal
Lâminas (Fardos)	236,50	8,40	1986,60
Lenha (m³)	150,00	-	-
Polpa de Frutas (L)	45,00	4,50	202,50
Sal-grosso (Kg)	1834,50	0,48	880,56
Sal-refinado (Kg)	227,25	0,67	152,26
Soda (kg)	130,75	4,78	624,99
TOTAL	-	-	972030,38

Tabela 7 – Matérias prima.

Fonte: Setor Administrativo - Laticínio Boavistense, 2013.

Constatou-se que aproximadamente 99% do leite recebido são utilizados para fabricação de queijos, o que representa uma grande produção de soro, subproduto gerado no processo produtivo do queijo mussarela, queijo prato e requeijão. Uma pequena parcela desse volume é utilizada na fabricação da ricota, o restante é estocado em reservatórios no terreno da indústria, em um local de acesso disponível aos fazendeiros da região, que coletam o produto de acordo com suas necessidades, para a alimentação de suínos. Os reservatórios de soro para distribuição estão ilustrados na Figura 32.



Figura 32 – Reservatórios de soro.

Fonte: Autor, 2013.

Os efluentes líquidos gerados pelo processo produtivo são tratados por um sistema composto por caixa de gordura, tanque decantador e sistema de raízes. Após tratamento, são coletados por um sistema de dreno composto por tubos com pequenas ranhuras e, posteriormente, lançados no campo tifton, um tipo de feno ou gramínea, onde são absorvidos pelo sistema radicular desses vegetais, localizado a 500 metros do local de tratamento. O esgoto sanitário possui sistema de tratamento próprio, constituído por fossa séptica seguida por sumidouro, os quais foram dimensionados para atender uma vazão de 3000 L/dia.

A Tabela 8 apresenta um resumo mensal médio dos principais subprodutos, resíduos e efluentes gerados pelo processo produtivo e as suas destinações.

Tipo	Quantidade mensal	Destino
Soro	1050 m ³	Doação.
Água de lavagem dos caminhões	120 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Água de lavagem dos equipamentos	430 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Água de lavagem de pisos e área externa	545 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Água da salmoura	7 m ³ /ano	Tratamento e infiltração no solo.
Água despejada pelo pasteurizador	25,5 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Água lavagem de mãos e botas	10 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Água lavagem de caixas plásticas	14 m ³	Tratamento e infiltração no solo.
Esgoto Sanitário	90 m ³	Tanque Séptico e Sumidouro.
Emissões gasosas	-	Atmosfera.
Material particulado	-	Atmosfera.

Tipo	Quantidade mensal	Destino
Cinzas	210 carrinhos de mão cheios por dia	Nivelamento do solo.
Caixas de papelão	-	Queima na caldeira.
Resíduos de escritório	-	Queima na caldeira.
Gordura	330 kg	Incineração.

Tabela 8 – Subprodutos, resíduos e efluentes.

Fonte: Autor, 2013.

Os resíduos sólidos gerados no laticínio são basicamente de caixas plásticas e de papelão, embalagens plásticas, papéis de escritório, embalagens de produtos químicos, aparas de queijos, lixo dos banheiros e cinzas de caldeiras. Como o volume desses resíduos é geralmente reduzido, soluções simples de disposição final foram adotadas, sem a utilização de critérios tecnológicos. Foram monitorados e quantificados os resíduos sólidos durante uma semana, onde, ao final de cada dia, foram pesados. Os resíduos incluem as embalagens dos insumos utilizados na produção e os resíduos das embalagens dos queijos. A Tabela 9 apresenta o destino dos resíduos sólidos produzidos pela indústria.

Tipo de resíduo	Local de geração	Quantidade	Destino
Rebarbas de embalagem	Setor de embalagens	60 kg/semana	Caldeira
Sacos plásticos	Recebimento de produtos	-	Caldeira
Cinzas e escória	Caldeira	7 carrinhos de mão cheios por dia	Nivelamento e preenchimento de terreno
Resíduos de escritório	Escritório	-	Caldeira
Caixas de plástico	Estoque, distribuição	-	Coleta Convencional
Caixas de	Transporte	-	Caldeira

Tipo de resíduo	Local de geração	Quantidade	Destino
papelão			

Tabela 9 - Resíduos sólidos gerados na indústria.

Fonte: Autor, 2013.

A Tabela 10 apresenta a quantidade média diária produzida de cada produto.

Produtos	Unidade	Quantidades
Lanche	kg/d	1137
Mussarela	kg/d	2452
Ricota	kg/d	228
Nata	kg/d	73
Manteiga	kg/d	190
Requeijão	kg/d	31
Iogurte	L/d	175

Tabela 10 – Produção diária.

Fonte: Autor, 2013.

4.7. Selecionar o foco da avaliação de produção mais limpa

Com base nos dados coletados e na análise criteriosa do sistema produtivo, foram escolhidos os focos de P+L para esta indústria, como segue a baixo:

- Consumo de água: Consumo descontrolado de água para higienização dos equipamentos e limpeza das dependências da indústria.
- Geração de efluentes líquidos: Geração de grandes volumes de efluentes líquidos devido ao grande consumo de água, além de falhas operacionais e humanas.
- Geração de resíduos sólidos: Grandes quantidades de resíduos de embalagens são produzidas diariamente, além da má destinação dos resíduos como um todo.

As dispersões atmosféricas não foram abordadas pela dificuldade de coleta de dados, visto a necessidade de equipamentos especiais para análise dos efluentes gasosos da caldeira.

4.8. Balanço de massa e energia

As tabelas abaixo representam o balanço de massa dos processos produtivos. Os dados foram obtidos através do acompanhamento dos processos produtivos e complementados posteriormente com o gerente de produção.

Processo Produtivo Geral		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Recepção	Leite: 37 m ³ Água para lavagem caminhões: 4000 L Água para lavagem plataforma: 1700 L Soda: 4 kg Detergente: 1 L	Água de lavagem (soda, detergente e sobras de leite): 5700 L
Teste de qualidade	Leite: desprezível. Alizarol: desprezível.	Leite com alizarol: desprezível.
Armazenamento	Água para lavagem: 400 L Detergente: 0,4 L	Água de lavagem (detergente e sobras de leite): 400 L
Padronização	Água para lavagem: 500 L Soda: 0,5 kg Ácido Nítrico: 0,5 L	Creme: 306 kg Água de lavagem (soda, ácido nítrico e sobras de leite): 500 L
Pasteurização	Água de resfriamento: 850 L Água para lavagem: 1500 L Soda: 3 kg Ácido Nítrico: 3 L	Água de lavagem (soda, ácido nítrico e sobras de leite): 1500 L Água de resfriamento do equipamento: 850 L
Processamento	-	-

Tabela 11 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo Geral.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo da Manteiga		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Bateção / Malaxagem	Creme: 267,45 kg Água de lavagem da massa: 160 L Sal (NaCl): 0,19 kg Soda: 0,1 kg Água de lavagem: 350 L	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 510 L Leitolho: 90 L Manteiga: 189,89 kg
Moldagem	-	Peças de Manteiga: 87 un.
Embalagem	Embalagens: 95 um. Água de lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L	Resíduos de embalagens: 8 um. Água de lavagem (detergente e matéria organiza): 50 L
Armazename nto	Energia elétrica	-
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 12 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Manteiga.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo do Queijo Prato		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Fabricação da massa	Água quente: 2084,87 L Leite: 11960,21 L Coalho: 2392,04 mL Cloreto de Cálcio: 5382,10 mL Corante de Urucum: 1076,42 L Fermento láctico: 358,81 g Nitrato de sódio: 2392,04 g Soda: 1 kg	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 2084,87 L

Processo Produtivo do Queijo Prato		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
	Água para lavagem: 2084,87 L	
Dessoragem / Tanque prensa	Água para lavagem: 506,33 L Detergente: 0,3 L	Soro ralo: 8117,99 L Soro concentrado: 2706,00 L Água de lavagem (detergente e sobras de soro): 506,33 L
Moldagem / Prensa	-	Queijos Prato: 488 um.
Salmoura	Água: 7000 L/ano Sal: 45 kg Cloro: 6 L/semana	Água de troca 1 x por ano (sal, soro, cloro, resíduos orgânicos): 7000 L/ano
Secagem	-	-
Embalagem	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L Embalagens: 530 um.	Água de lavagem (detergente e matéria organiza): 50 L Resíduos de embalagens: 42 um.
Armazenamento	Energia elétrica Água para lavagem: 100 L	Água de lavagem (sal, cloro, resíduos orgânicos): 130 L
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 13 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Queijo Prato.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo do Queijo Mussarela		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Fabricação da massa	Água quente: 4497,64 L Leite: 24511,35 L Coalho: 4802,27 mL Cloreto de Cálcio:	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 4497,64 L

Processo Produtivo do Queijo Mussarela		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
	11030,11 mL Fermento láctico: 735,34 g Soda: 1 kg Água para lavagem: 4497,64 L	
Dessoragem / Tanque prensa	Água para lavagem: 1092,28 L Detergente: 0,3 L	Soro ralo: 16545,16 L Soro concentrado: 5515,05 L Água de lavagem (detergente e sobras de soro): 1092,28 L
Filagem	Água para lavagem: 700 L Soda: 0,3 kg	Água de lavagem (soda e sobras de matéria orgânica): 700 L
Moldagem / Prensa	-	Queijos Mussarela: 1008,70 um.
Salmoura	Água: 7000 L/ano Sal: 45 kg Cloro: 6 L/semana	Água de troca 1 x por ano (sal, soro, cloro, resíduos orgânicos): 7000 L/ano
Secagem	-	-
Embalagem	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L Embalagens: 1050	Água de lavagem (detergente e matéria organiza): 50 L Resíduos de embalagens: 42 um.
Armazenament o	Energia elétrica Água para lavagem: 100 L	Água de lavagem (sal, cloro, resíduos orgânicos): 140 L
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 14 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Queijo Mussarela.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo da Ricota		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Fabricação da massa	Soro: 4550,00 L Água quente: 417,49 L Leite: 182,02 L Bicarbonato de Sódio: 95,56 g Ácido Cítrico: 2275,26 g Soda: 0,5 kg Água para lavagem: 417,49 L	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 417,49 L
Enformagem / Dessoragem	Água para lavagem: 101,39 L Detergente: 0,3 L	Soro: 1933,97 L Água de lavagem (detergente e sobras de soro): 101,39 L
Moldagem	-	Ricotas: 910,10 um.
Embalagem	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L Embalagens: 950 um.	Água de lavagem (detergente e matéria organiza): 50 L Resíduos de embalagens: 49 um.
Armazename nto	Energia elétrica	-
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 15 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Ricota.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo do Requeijão		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Fabricação da massa	Leite: 121,07 L Ácido Cítrico (25% total): 107,37 mL Água para lavagem: 600 L Soda: 0,2 kg	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 600 L

Processo Produtivo do Requeijão		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Tanque prensa	Água de lavagem: 150 L Detergente: 0,4 L	Água de lavagem (detergente e matéria orgânica): 150 L Soro: 90 L
Armazenamento / Resfriamento	Energia	-
Misturador	Massa: 12,41 kg Creme: 13,32 kg Sal: 0,26 kg Sal fundente: 0,18 kg Água: 3,44 L Sorbato de Potássio: 9,08 g Nisina: 1,51 g Ácido Cítrico: 322,11 mL Corretor ácido: 20 g Soda: 0,3 kg Água de lavagem: 145,3	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 145,3 L
Envase	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L Embalagens: 80 un.	Saches: 75,67 un. Água de lavagem (detergente e matéria orgânica): 50 L Resíduos de embalagens: 5 un.
Armazenamento	Energia elétrica	-
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 16 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo do Requeijão.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo da Nata		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)

Processo Produtivo da Nata		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Processamento	Creme: 25,45 kg Leite: 46,90 L Espessante: 0,36 mL Soda: 0,2 kg Água de lavagem: 300 L	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 300 L
Envase	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L Embalagens: 190 un.	Sachês: 181,79 un. Água de lavagem (detergente e matéria orgânica): 50 L Resíduos de embalagens: 8 un.
Armazenamento	Energia elétrica	-
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 17 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Nata.

Fonte: Autor, 2013.

Processo Produtivo da Bebida Láctea		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
Processamento	Soro: 77,74 L Leite: 97,18 L Estabilizante: 242,95 g Açúcar: 8,75 kg Concentrado de polpa: 97,18 g Fermento Láctico: 2,92 g Soda: 0,2 kg Água de lavagem: 300 L	Água de lavagem (soda e matéria orgânica): 300 L
Envase	Água para lavagem: 50 L Detergente: 0,2 L	Saches: 174,92 un. Água de lavagem

Processo Produtivo da Bebida Láctea		
Etapas	Entradas (por dia)	Saídas (por dia)
	Embalagens: 185 un.	(detergente e matéria organiza): 50 L Resíduos de embalagens: 10 un.
Armazename nto	Energia elétrica	-
Transporte	Combustível Caixas plásticas	Emissões gasosas Caixas plásticas

Tabela 18 - Entradas e Saídas do Processo Produtivo da Bebida Láctea.

Fonte: Autor, 2013.

4.9. Avaliação das causas da geração de resíduos e efluentes

Após a etapa de levantamento de dados, os aspectos ambientais e impactos foram identificados. Observou-se a geração de efluentes líquidos nas limpezas de unidades e equipamentos (incluindo tanques e utensílios), o que é perfeitamente normal, porém o uso irracional da água acarreta grandes volumes de efluentes líquidos. Também foi considerada importante a geração de resíduos sólidos constituídos por embalagens e cinzas. Além disso, verificaram-se algumas irregularidades no processo produtivo (Tabela 19), como escorrimentos, vazamentos, transbordamentos de leite e de soro.

Unidade Operacional	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
Recepção	Escorrimento de leite pelo piso e vazamento de leite pelas conexões.	Poluição hídrica
	Despejo inadequado das amostras retidas para análise.	Poluição hídrica
Pasteurização	Descarte da água de retorno do pasteurizador.	Poluição hídrica
Processamento	Escorrimento do soro na operação de prensagem.	Poluição hídrica
	Transbordamento de leite nos tanques de fabricação de queijo.	Poluição hídrica
	Encaminhamento de pedaços de massa	Poluição hídrica

Unidade Operacional	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
	de queijo e outros resíduos sólidos para a canaleta de efluentes.	
	Escorrimento e vazamentos na condução do soro para a fabricação de ricota.	Poluição hídrica
	Falha no equipamento utilizado para envase de bebida láctea e nata, provocando perdas de produtos e embalagens.	Poluição hídrica
Salga	Escorrimento da salmoura durante a etapa de salga.	Poluição hídrica
Caldeira	Utilização de lenha úmida na caldeira.	Uso de recursos naturais
Todas	Mangueira escoando água sem utilização.	Poluição hídrica e uso de recursos naturais
	Destinação inadequada dos resíduos sólidos	Poluição atmosférica

Tabela 19 - Aspectos e impactos identificados na indústria de laticínios.

Fonte: Autor, 2013.

4.10. Oportunidades de melhoria

4.6.4. Implantação de programas educacionais destinados aos funcionários, com a finalidade de conscientizar sobre a importância do uso racional dos recursos naturais e proteção do meio ambiente.

Essa primeira oportunidade se relaciona com medidas educacionais, de economia de água e de subprodutos e de preservação da natureza. Foram observados em campo alguns casos de desleixo por parte dos operários, que ocorrem tanto por desatenção dos mesmos e da gerência da empresa, quanto por hábitos ou maus costumes adquiridos ao longo de anos de trabalho.

- **Avaliação técnica:** Relaciona medidas educacionais difundidas através de reuniões com todos os funcionários da indústria, aonde serão expostos com detalhes os pontos críticos observados e os meios e metas do programa de P+L.

Além da reunião geral, diálogos pessoais com cada funcionário responsável pelas etapas críticas da indústria poderão ser realizados. Dessa maneira, todos os trabalhadores envolvidos na produção estarão cientes do que deverá ser mudado e de como proceder após as alterações realizadas na indústria.

- Avaliação ambiental: Tal medida refletirá na diminuição do consumo de água, estimada inicialmente em 5%, correspondendo a 50 m³ por mês. Consequentemente, resultará na diminuição da produção de efluentes líquidos, além da economia de produtos químicos utilizados para limpeza e no descarte adequado dos efluentes e resíduos.
- Avaliação econômica: Por se tratar de uma medida educacional, o custo de implantação é considerado desprezível. Espera-se que a empresa economize mensalmente, considerando a redução de efluentes a serem tratados, pelo menos R\$ 37,50, considerando o custo do tratamento de efluentes de laticínios igual a 0,75 R\$/m³ (valor obtido no CNTL).

4.6.5. Treinamento dos funcionários para correta operação e manutenção dos equipamentos e instalações e aplicação de boas práticas ambientais nos processos.

- Avaliação técnica: Consiste no treinamento dos funcionários referentes às atividades específicas exercidas por cada um deles, principalmente quando envolvem equipamentos complexos como Iogurteira, Manteigueira, Pasteurizador e Queijomatic. Esse treinamento pode ser realizado na própria indústria, onde os funcionários mais experientes poderão ensinar os demais. No caso de aquisição de novos equipamentos, o funcionário responsável pela sua operação deverá aprender a operá-los através de visitas a indústrias de laticínios parceiras que já possuem essa tecnologia, com o objetivo de aprender a utilizar o equipamento corretamente.
- Avaliação ambiental: Acarretará na otimização do processo produtivo, resultando em um menor consumo de água, diminuição de produção de efluentes, menor perda de produtos e aumento da vida útil dos equipamentos.
- Avaliação econômica: O custo previsto para adoção dessa medida é considerado desprezível por consistir no

treinamento realizado entre os próprios funcionários da indústria ou entre funcionários de indústrias parceiras (troca de conhecimentos). O benefício econômico é imediato, porém não é estimado devido à dificuldade em relacionar todos os benefícios que tal medida trará a indústria.

4.6.6. Instalação de dispositivos controladores de níveis em equipamentos passíveis de transbordamento.

Durante a visita técnica constatou-se a ocorrência de transbordamentos de tanques devido a desatenção dos funcionários, o que representa perda de matéria-prima, maior geração de efluentes e menor rendimento do processo produtivo.

- Avaliação técnica: Consiste na aquisição de 5 (cinco) sensores para controle de nível dos tanques, sendo instalados 4 (quatro) nos tanques de fabricação da massa de queijo e 1 (um) no tanque isotérmico.
- Avaliação ambiental: Essa medida evitará o transbordamento dos tanques, diminuindo a perda de matéria-prima e a produção de efluentes, aumentando o rendimento produtivo e, conseqüentemente, evitará gastos desnecessários.
- Avaliação econômica: Será exigido um investimento em equipamentos de aproximadamente R\$ 750,00 usados na compra de 5 (cinco) sensores para controle de nível, sendo R\$ 400,00 para aquisição dos equipamentos e peças e R\$ 350,00 para serviços técnicos de instalação. Espera-se que a empresa economize mensalmente, considerando economia de matéria prima e aumento de produção, pelo menos R\$ 200,00. Fazendo uma análise financeira com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do investimento será de aproximadamente 4 meses.

4.6.7. Instalação válvulas nas pontas das mangueiras de água.

- Avaliação técnica: Consiste na aquisição e instalação de válvulas controladoras de fluxo nas pontas das mangueiras, a fim de evitar o desperdício de água, aumento de pressão do esguicho e facilitando a realização da atividade de limpeza.
- Avaliação ambiental: Com o controle prático do fluxo de água nas mangueiras, além da educação quanto a uso racional da água, espera-se que o volume de água utilizado para a lavagem de pisos e equipamentos seja reduzido em até 25%.

Isso também se refletirá no volume de efluentes líquido produzidos. É esperado que a indústria passe a gastar 25,1 m³ de água diariamente com esse tipo de processo, representando uma economia de 8,4 m³ por dia. Também é esperado que o volume de efluentes gerados na indústria seja reduzido em até 8,4 m³.

- Avaliação econômica: Será exigido um investimento em equipamentos de aproximadamente R\$ 250,00 usados na compra de sete esguichos metálicos para as mangueiras. Espera-se que a empresa economize mensalmente, considerando a redução de efluentes a serem tratados, pelo menos R\$ 336,00, considerando o custo do tratamento de efluentes de laticínios igual a 0,75 R\$/m³ (valor obtido no CNTL). Fazendo uma análise financeira com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do investimento será de 1 (um) mês.

4.6.8. Instalação de hidrômetros.

- Avaliação técnica: Consiste na aquisição e instalação de hidrômetros em pontos estratégicos da indústria, como no poço artesiano, rampa de lavagem dos caminhões, sala de produção e refeitórios, possibilitando o monitoramento do consumo de cada área.
- Avaliação ambiental: Esta medida possibilitará o monitoramento dos volumes consumidos, possibilitando a identificação de irregularidades (consumos anômalos) e a elaboração de indicadores. Isso refletirá em um menor consumo de água e, conseqüentemente, menor geração de efluentes líquidos que deveriam ser tratados.
- Avaliação econômica: Será exigido um investimento em equipamentos de aproximadamente R\$ 1300,00, sendo R\$ 1000,00 para aquisição dos equipamentos e peças e R\$ 300,00 para serviços técnicos de instalação. Essa medida não trará um retorno direto à empresa, pois apenas ajudará no controle do consumo, evitando desperdício por uso irracional ou irregularidades.

4.6.9. Instalação de equipamento de limpeza para os caminhões.

A limpeza dos caminhões tanques utilizados para coleta e transporte de leite foi um dos pontos críticos encontrados na indústria

devido ao grande volume de efluentes líquidos gerados. Essa tarefa é realizada no período da tarde, após o fim da coleta de leite. Durante a visita técnica foram medidos e anotados o tempo e a quantidade de água e produtos químicos utilizados na limpeza de um caminhão tanque. Esse trabalho é realizado por um dos trabalhadores da fábrica, que divide o seu tempo entre a produção e a lavagem dos caminhões. Levam-se em média 40 minutos para a limpeza de um caminhão. Nesse processo são utilizados aproximadamente 1.000 litros de água, 2 Kg de soda cáustica, e 1 litro de detergente, que são coletados na rampa de lavagem e conduzidos para o sistema de tratamento de efluentes da indústria. Foi observado que o manejo dos produtos químicos por parte do operário toma bastante tempo e não é realizado de maneira totalmente segura. São lavados 4(quatro) caminhões diariamente.

- Avaliação técnica: Consiste na aquisição e instalação de um sistema CIP (limpeza no local) de limpeza, composto por: três tanques interligados de 1.000 L em aço Inox, sendo dois isolados (para soluções ácida e alcalina) e um simples (para enxágue); rede hidráulica com válvula manual e mangueira reforçada para aguentar altas temperaturas; e duas bombas de 5hp cada (recalque e sucção). Esse sistema realiza um processo de recirculação das soluções ácidas e alcalinas, economizando em torno de 80% dos produtos químicos e até 60% da água despendida nesse processo. Os efluentes gerados também serão reduzidos em aproximadamente 60%. O funcionário deixará de empenhar parte do tempo no preparo das soluções de limpeza, e as mangueiras serão pressurizadas e irão possuir controladores de vazão. O conjunto CIP será manuseado manualmente, portanto o funcionário que o fizer deverá receber um treinamento adequado.

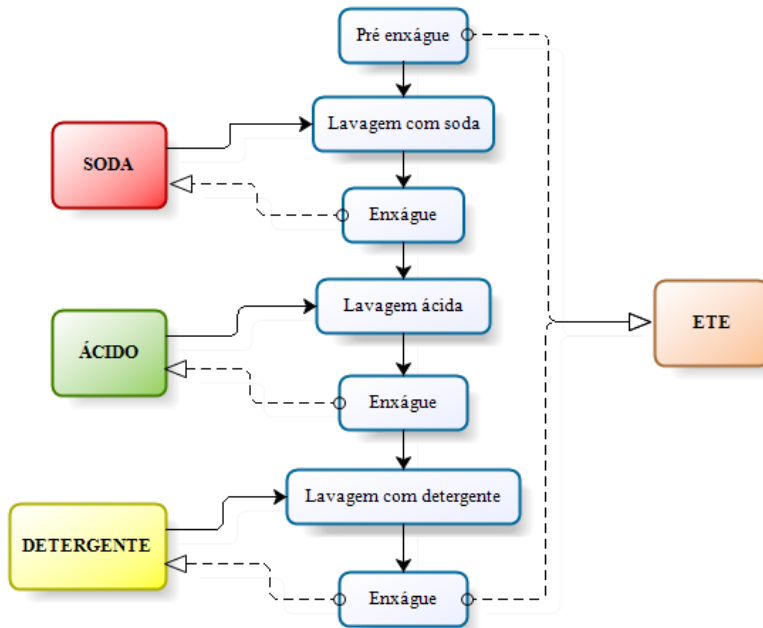


Figura 33 - Sistema CIP (limpeza no local).

Fonte: Autor, 2013.

- Avaliação ambiental: A implantação desse sistema irá refletir na diminuição do consumo de água (cerca de 2400 L por dia) e de produtos químicos (6,4 kg de soda e 3,2 L de detergente, por dia), menor produção de efluentes líquidos (cerca de 2400 L por dia) e menor tempo para realização do trabalho.
- Avaliação econômica: A aquisição do conjunto de limpeza CIP, com frete e instalação dos equipamentos, exigirá da empresa um investimento de até R\$ 45.000,00. Espera-se que sejam reduzidos em até 80% dos gastos com produtos químicos, visto que esses passarão a ser recirculados e dosados com maior precisão. Também é esperado que o uso de água reduza expressivamente, em até 60%, assim como a geração de efluentes e os gastos com estes. Em contraponto, os custos com energia serão exageradamente maiores, visto que o processo convencional de lavagem dos caminhões consome apenas a energia da bomba de recalque de água. A

indústria passará a gastar a mais com energia, algo em torno de R\$ 420,00/mês. Em uma visão geral e otimista, é esperado que empresa economize até R\$ 1.200,00 por mês com esse investimento, mesmo que o sistema passe a consumir mais energia. Essa economia se dará, principalmente, devido à racionalização dos produtos químicos, que pode chegar a gerar uma economia de mais de R\$ 1160,00 mensais. A redução dos gastos com tratamento de representará uma parcela menor, porém de boa economia. Com um investimento de R\$ 45.000,00, economia mensal de R\$ 1.200,00 e taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do capital será de 3 (quatro) anos e 10 (dez) meses.

4.6.10. Manter as madeiras, que serão usadas como combustível para a caldeira, acondicionadas em local adequado, coberto e longe da umidade.

Essa oportunidade se relaciona com medidas educacionais, quanto ao correto armazenamento da madeira utilizada como combustível da caldeira. Foram observados em campo alguns casos de desleixo por parte dos operários responsáveis pelo armazenamento da madeira, que ocorrem tanto por desatenção dos mesmos e da gerência da empresa, quanto por hábitos ou maus costumes adquiridos ao longo de anos de trabalho.

- Avaliação técnica: Necessidade do treinamento adequado do funcionário responsável pelo armazenamento da madeira e operação da caldeira, a fim de alcançar o melhor rendimento do equipamento e do combustível utilizado. Tal treinamento se dará através de diálogos pessoais com os funcionários responsáveis pela atividade, aonde serão expostos com detalhes os pontos críticos observados e os meios e metas do programa de P+L. Com isso, estima-se que será possível economizar aproximadamente 10% da madeira consumida atualmente.
- Avaliação ambiental: Essa medida proporcionará maior aproveitamento da madeira como combustível, com menos produção de fuligem no momento da queima, causando menos impacto ambiental e redução de gastos.
- Avaliação econômica: Não será exigido investimento, visto que a indústria já possui um local adequado para armazenamento da madeira e o treinamento dos funcionários

ocorrerá na própria indústria. O benefício econômico mensal esperado é de aproximadamente R\$ 200,00, referente à economia de combustível.

4.6.11. Reuso da água despejada para o resfriamento do pasteurizador.

Através de observações e medições em campo foi notado que o pasteurizador despeja aproximadamente 850 litros de água limpa por dia. Isso ocorre devido a um processo de segurança, de resfriamento do equipamento, quando o mesmo atinge uma temperatura bastante elevada e arriscada para o seu funcionamento.

A água quente utilizada no pasteurizador vem de um reservatório metálico, próximo à caldeira. O mesmo fornece por dia aproximadamente 1500 Litros de água ao pasteurizador. Essa água é constantemente recirculada, porém, como descrito anteriormente, há um grande desperdício diário de água, que também acarreta em custos adicionais com a caldeira e com o tratamento dos efluentes.

- Avaliação técnica: Para fazer o reaproveitamento da água limpa despejada pelo equipamento, será instalada no local do vazamento uma tubulação para água quente que conduzirá esse recurso até um tanque de armazenamento. Posteriormente essa água será utilizada para a limpeza do chão da indústria.
- Avaliação ambiental: Através dessa medida de produção limpa, a indústria poderá reaproveitar até 25,5 mil litros de água por mês, que estariam sendo lançados juntamente com os efluentes líquidos da indústria, os quais vão para o sistema de tratamento. Isso refletirá na diminuição do consumo de água e na produção de efluentes líquidos.
- Avaliação econômica: Será exigido um investimento em equipamentos de aproximadamente R\$ 1400,00, sendo R\$ 1000,00 para aquisição do tanque, R\$ 300,00 para aquisição da tubulação e R\$ 100,00 para serviços técnicos de instalação. Espera-se que a empresa economize mensalmente, considerando a redução de efluentes a serem tratados, pelo menos R\$ 19,00, considerando o custo do tratamento de efluentes de laticínios igual a 0,75 R\$/m³ (valor obtido no CNTL). Fazendo uma análise financeira com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do investimento será de 9 anos e 7 (sete) meses.

4.11. Resultados Gerais

A Tabela 20 traz um resumo dos resultados gerais dos investimentos, benefícios ambientais e econômicos obtidos com a implementação da Produção Limpa na indústria Laticínios Boavistense.

Oportunidade de melhoria	Investimento	Benefício econômico mensal	Benefício ambiental	Tempo de retorno
1	Desprezível	R\$ 37,50	Preservação dos recursos naturais; e Diminuição da geração de efluentes.	Imediato
2	Desprezível	-	Diminuição da geração de efluentes.	Imediato
3	R\$ 750,00	R\$ 200,00	Diminuição da geração de efluentes.	4 meses
4	R\$ 250,00	R\$ 336,00	Uso racional da água - redução de até 8,4 m ³ por dia.	1 mês
5	R\$ 1.300,00	R\$ 0,00	Uso racional da água.	Não mensurado
6	R\$ 45.000,00	R\$ 1.200,00	Redução do consumo de água: 2.400 L/dia; e Redução do consumo de produtos químicos: 6,4 kg soda/dia e 3,2 L detergente/dia.	3 anos e 10 meses
7	Desprezível	R\$ 200,00	Prevenção de Poluição atmosférica; e Redução do consumo de madeira: 15	-

Oportunidade de melhoria	Investimento	Benefício econômico mensal	Benefício ambiental	Tempo de retorno
			m ³ /mês.	
8	R\$ 400,00	R\$ 19,00	Uso racional da água; e Redução da geração de efluentes: 25,5 m ³ /mês.	9 anos e 7 meses

Tabela 20 - Resultados gerais dos investimentos.

Fonte: Autor, 2013.

Os principais benefícios ambientais obtidos com o programa de P+L serão: redução no consumo de água e no volume de efluentes gerados pela indústria, redução no consumo de produtos químicos para lavagem e redução no consumo de madeira para queima. Na Tabela 21 são apresentados os benefícios ambientais esperados com a implantação do programa de P+L.

Benefícios Ambientais	Valores	Unidades
Redução no consumo de água	336,3	m ³ /mês
Redução da geração de efluentes líquidos	336,3	m ³ /mês
Redução no consumo de soda cáustica	166,4	kg/mês
Redução no consumo de detergente	83,2	litros/mês
Redução no consumo de madeira como combustível	15	m ³ /mês

Tabela 21–Benefícios Ambientais.

Fonte: Autor, 2013.

Fazendo uma análise econômica geral para todo o programa de P+L, com uma economia mensal de até R\$ 1.992,50 e uma taxa de depreciação anual de 10%, o investimento de R\$ 48.700,00 terá um período de retorno de pouco mais de 28 (vinte e oito) meses. Ou seja, em menos de três anos, espera-se que todo o investimento financeiro seja retornado para a empresa.

5. CONCLUSÃO

De modo geral, verifica-se que a metodologia proposta é um importante instrumento para alcançar os requisitos propostos pelo desenvolvimento sustentável, apesar de ainda não ser uma prática na maioria das empresas, sobretudo empresas brasileiras.

O programa de produção mais limpa desenvolvido para a indústria LaticínioBoavistense agregará mais qualidade e eficiência ao processo de produção, proporcionando ganhos econômicos com racionamento de alguns insumos e a diminuição da geração de efluentes.

Em relação aos objetivos iniciais propostos, espera-se que a empresa:

- Reduza o uso da água em até 20%;
- Reduza a geração de efluentes em até 29%;
- Reduza o uso da soda cáustica em 6,4 kg/dia;
- Reduza o uso de detergente em 3,2 kg/dia;
- Promova o treinamento dos funcionários;
- Obtenha uma economia mensal de aproximadamente R\$ 2.000,00;
- Desenvolva uma cultura para a melhoria de seus processos ambientais e para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.

Além dos benefícios econômicos e ambientais, esse projeto ajuda a empresa a manter uma imagem positiva com a comunidade local e com os consumidores, se aproximando da obtenção de um certificado de gestão ambiental. Tal certificado será de bastante importância para a empresa em um futuro próximo, na medida em que o mercado estará cada vez mais exigente e a fiscalização ambiental, mais eficiente.

Esse trabalho também poderá servir de base para outros projetos de produção mais limpa, buscando sempre alternativas que reduzam os impactos ambientais e melhorem a eficiência dos processos produtivos. Como sugestões para futuros trabalhos, pode-se citar aplicação da metodologia de produção mais limpa por um período mais longo.

Enfim, a disseminação e a prática dessa metodologia oferecem oportunidades para que a melhoria ambiental possa andar junto com o benefício econômico. Também se mostra como uma estratégia eficiente ao combate à degradação ambiental, uma vez que visa minimizar os

impactos ambientais e sensibilizar a sociedade sobre ao melhor aproveitar os recursos existentes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **O setor em números.** Disponível em: <http://www.abia.org.br/vst/o_setor_em_numeros.html>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Disponível em: <<http://abiq.com.br/>>. Acesso em: 10jun. 2013.

ABNT NBR 9800. Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT NBR 10.004.**Resíduos sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias.** In: São Paulo: CETESB, 1979. 764p.

CARVALHO, G. R.A **indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro.** Circular Técnica (INFOTECA-E). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 12p.

CARVALHO, L. A. et al. (Ed.).**Sistema de Produção de Leite (Cerrado): Importância Econômica.** Embrapa Gado de Leite, 2008.

CASTRO, V. C. **Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. 52p.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **GUIA PARA A PRODUÇÃO MAIS LIMPA – FAÇA VOCÊ MESMO.** Disponível

em:<<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos**: Série P+L, 2008.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas, **Série de Manuais de Produção Limpa**. Porto Alegre, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tabela 02.40 -Ranking da Produção de Leite por Estado, 2010/2011**. Elaboração: R.ZOCCAL - Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0240.php>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tabela 02.12 - Principais países produtores de leite no mundo - 2010**. Elaboração: Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0212.php>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

FERNANDES, J. V. G *et al.* **Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.

JERÔNIMO, C. E. M., Valorização e Aproveitamento de Subprodutos Lácticos: Extração de Proteínas e Hidrogenação Catalítica da Lactose, Dissertação de mestrado, Depto de Eng. Química, UFRN, Natal, Brasil, 2003.

MORIN, E. **O método: A natureza da natureza**. Portugal: Publicações Europa - América, 1994.

Resolução CONAMA Nº. 313. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. 2002.

Resolução CONAMA Nº. 03. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previsto no PRONAR. 1990.

SARAIWA, C. B. **Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 63p.

VOGELAAR, R. C.; PAWLOWSKY, U. **Reaproveitamento do Soro do Queijo por Coagulação com Quitosana.** In: 19º Congresso da ABES. 1997. Rio de Janeiro – RJ.